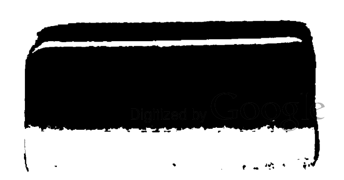
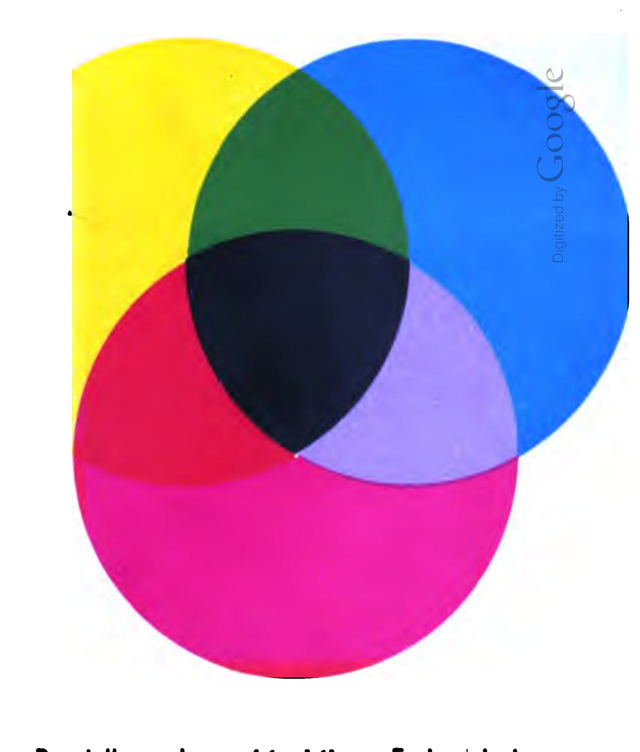

UC-NRLF
$B 27 019


Digitized by Google


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA


LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY
OF
CALIFORNIA



Darstellung der additiven Farbenmischung.

Darstellung der subtraktiven Farbenmischung.

ge zu König, Farbenphotographie, 2. Aufl.

Verlag von Gustav Schm

Die Farben-Photographie

Eine gemeinverständliche Darstellung
der verschiedenen Verfahren
nebst
Anleitung zu ihrer Ausführung

Von

Dr. E. König

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage

[illegible] einer Tiefdruck-Tafel [illegible]

Berlin
Verlag von Gustav Schmidt
(vorm. Robert Oppenheim)
1906.

Die Farben-Photographie

Eine gemeinverständliche Darstellung
der verschiedenen Verfahren
nebst
Anleitung zu ihrer Ausführung

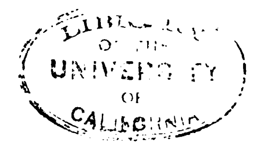
Von

Dr. E. König

Zweite vermehrte und verbesserte Auflage

Mit einer Farbentafel, einer Tondruck-Tafel und 2 Figuren im Text

Berlin
Verlag von Gustav Schmidt
(vorm. Robert Oppenheim)
1906.



Vorwort zur zweiten Auflage.

In der kurzen Zeit, die seit dem ersten Erscheinen dieses Werkchens verflossen ist, hat die Farbenphotographie soviele Fortschritte gemacht, dass manche Kapitel, namentlich die über Sensibilisatoren und Kopierverfahren, einer gründlichen Umarbeitung unterzogen werden mussten. Der Verfasser war bemüht, möglichst alle Arbeiten und Neuerungen auf dem Gebiete der Farbenphotographie, die irgend welchen Anspruch auf praktischen oder wissenschaftlichen Wert erheben können, anzuführen und sie einer rein sachlichen, meist auf eigene Erfahrungen gestützten Kritik zu unterziehen. So steht zu hoffen, dass das Büchlein auch in seiner veränderten Gestalt denen, die Rat darin suchen, ein treuer Führer bei ihren Arbeiten sein wird.

Höchst a. Main, Februar 1906.

Der Verfasser.

Vorwort zur ersten Auflage.

Das Interesse für die Farbenphotographie ist unzweifelhaft im Zunehmen begriffen. Gleichwohl fehlte bisher eine nur für die Bedürfnisse der Praxis bestimmte Anleitung, denn die vorhandenen Werke sind mehr für den Dreifarbendrucker geschrieben als für den Berufs- oder Amateurphotographen.

Da der Verfasser aus Erfahrung weiss, wie schwer es selbst für geübte Photographierende ist, sich in die im Anfang kompliziert erscheinenden und doch so einfachen Prinzipien der Dreifarbenphotographie hinein zu denken, glaubte er, auf theoretische, wenn auch populär gehaltene Erörterungen nicht ganz verzichten zu dürfen. Nur derjenige wird bei der praktischen Ausübung der Dreifarbenphotographie Erfolge erzielen, der die theoretische Seite genügend beherrscht.

Möge das Büchlein imstande sein, dem interessantesten Zweige der Lichtbildkunst, der Farbenphotographie, neue Jünger zu gewinnen!

Höchst a. Main, April 1904.

Der Verfasser.

Inhalt.



Einleitung.

Das Problem der Farbenphotographie ist fast so alt wie die Photographie selbst. Nicht zufrieden mit dem Erreichten, wünschten die Anhänger der „schwarzen“ Kunst bald, das vom Objektiv entworfene Bild nicht nur in seinen Helligkeitswerten, sondern auch in seiner ganzen Farbenpracht festhalten zu können, und es dauerte gar nicht lange, da wurden verschiedene Methoden bekannt, die in mehr oder weniger vollkommener Weise die Herstellung farbiger Photographien ermöglichten.

Wir werden sehen, dass die Farbenphotographie im Prinzip längst erfunden ist und dass wirklich neue Erfindungen auf diesem Gebiete seit langer Zeit nicht mehr gemacht worden sind. Wenn die Farbenphotographie neuerdings wieder mehr in den Vordergrund des Interesses tritt, so rührt das also nicht daher, dass etwa ein neues Prinzip zur Herstellung farbiger Photographien gefunden wurde, sondern diese Erscheinung ist lediglich darauf zurückzuführen, dass die Technik der angewandten Methoden in den letzten Jahren ganz bedeutend verbessert ist, so dass photographische Farbenaufnahmen heutzutage für die Praxis keine Schwierigkeiten mehr bieten.

Es ist in diesem nur für die Praxis bestimmten Buche



nicht der Platz, ausführlich über die verschiedenen Wege zu berichten, die man einschlug, um das Problem der Farbenphotographie zu lösen; wir müssen uns daher auf kurze Erläuterungen der wichtigsten und interessantesten Methoden beschränken. Wer sich näher für die Geschichte der Farbenphotographie interessiert, dem sei die Lektüre der „Geschichte der Photographie" von Eder empfohlen (Seite 441 ff.).

Die Methoden zur Herstellung farbiger Photographien zerfallen in zwei Klassen: die Methoden der direkten und die der indirekten Farbenphotographie.

Die direkten Methoden der Farbenphotographie.

Die direkte Farbenphotographie versucht, durch eine Aufnahme in der Camera direkt ein naturgetreues farbiges Bild zu erhalten. In diese Rubrik fallen folgende drei Methoden:

I. Das Becquerelsche Verfahren.

Dieses älteste Verfahren der Farbenphotographie beruht darauf, dass Chorsilber, welches durch weisses Licht geschwärzt ist, bei der Bestrahlung mit farbigem Licht eine diesem ähnliche Färbung annimmt. Der Physiker Seebeck in Jena war der erste, der im Jahre 1810 diese Beobachtung machte.

An Aufnahmen in der Camera darf man hierbei nicht denken, da der Prozess viel zu langsam verläuft, sondern nur an die Wiedergabe farbiger Diapositive durch Kopieren im Rahmen. Die erhaltenen Bilder sind nicht fixierbar, die Farbenwiedergabe ist sehr mässig und das Ganze nur von wissenschaftlichem Wert.

II. Das Lippmannsche Verfahren.

Belichtet man in der Camera von der Glasseite her eine mit durchsichtiger, sogenannter kornloser panchromatischer

Bromsilberemulsion überzogene Platte, deren empfindliche Schicht in innige Berührung mit einer Quecksilberschicht gebracht ist, so interferieren die vom Quecksilber reflektierten Lichtstrahlen mit den noch nicht reflektierten und erzeugen in der empfindlichen Schicht ihrer Wellenlänge entsprechende, räumlich voneinander getrennte, feine Silberlamellen, die, in der Durchsicht bräunlich gefärbt, bei der Betrachtung im reflektierten Licht die Farben des photographierten Gegenstandes recht gut wiedergeben. Dieses Verfahren, das von dem Pariser Professor Lippmann im Jahre 1891 zuerst veröffentlicht wurde, ist wissenschaftlich hoch interessant. Leider ist die Expositionszeit wegen der Unempfindlichkeit der erforderlichen Platten sehr lang, die erhaltenen Bilder zeigen die Farben nur im reflektierten Licht und sind nicht kopierbar, schliesslich werden die Mischfarben und das Weiss nicht immer gut wiedergegeben, so dass auch die Lippmannsche Farbenphotographie für die Praxis ohne Bedeutung ist.

Neuerdings werden zur Ausübung dieses Verfahrens geeignete Platten von der Firma Kranseder & Co. in München hergestellt.

III. Das Ausbleichverfahren.

Dieses interessante Verfahren beruht darauf, dass lichtunechte Farbstoffe nur durch diejenigen Lichtstrahlen zerstört (gebleicht) werden, die sie absorbieren. Ein lichtunechter roter Farbstoff wird also bei rotem Licht beständig sein, bei andersfarbigem Licht aber ausbleichen. Diese an sich auffallende Erscheinung wurde zuerst von Herschel erklärt und wird leicht verständlich, wenn man bedenkt, dass nur die von einem Farbstoff absorbierten, nicht aber die zurückgeworfenen Lichtstrahlen imstande sind, ihre Energie zur chemischen Zersetzung des Farbstoffes zu verwenden. Lässt man nun auf eine Schicht, die ein Gemisch von passend

gewählten gelben, roten und blauen Farbstoffen enthält und ein schwärzliches Aussehen hat, farbiges Licht fallen, so werden an dieser Stelle nur die Farbstoffe zerstört, welche die betreffenden Lichtstrahlen absorbieren. Gelbes Licht wird z. B. die in dem Farbgemisch enthaltenen roten und blauen Pigmente ausbleichen, während das Gelb übrig bleibt. Um die Ausarbeitung dieses Verfahrens haben sich besonders K. Worel[1]) in Graz, Dr. Neuhauss[2]) in Berlin und Szczepanik in Wien grosse Verdienste erworben. Leider ist die Lichtempfindlichkeit dieses Prozesses so gering, dass man an Aufnahmen in der Camera vorläufig nicht denken kann. Die Methode ist bisher nur anwendbar zur Erzeugung einigermassen naturgetreuer Kopien von farbigen Diapositiven im Kopierrahmen.

IV. Das Jolysche Verfahren.

Gewissermassen als Übergang zu den indirekten Methoden der Farbenphotographie, die alle auf die Zerlegbarkeit sämtlicher Farben in die drei Grundfarben gelb (oder grün), rot und blau beruhen, müssen wir hier noch das Jolysche Verfahren erwähnen. Joly legt bei der Aufnahme vor die panchromatische Platte einen mit feinen durchsichtigen roten, grünen und blauen Linien bedeckten Glasraster. Die farbigen Linien wirken wie Lichtfilter, d. h. die roten Linien lassen im wesentlichen nur rotes, die grünen nur grünes und die blauen nur blaues Licht durchgehen. Wird also die Platte an einer Stelle z. B. von grünen Strahlen getroffen, so wird sie dort nur an den unter den grünen Rasterlinien liegenden Stellen geschwärzt und so fort. Das Resultat der Aufnahme ist ein aus mehr oder weniger langen, hellen und dunklen Linien bestehendes Negativ. Stellt man nun von diesem

1) Eders Jahrb. 17, 68; 18, 42; 19, 7.
2) Eders Jahrb. 16, 20; 17, 47; 18, 62; 19, 51.

Negativ ein Diapositiv her und legt auf das Diapositiv einen gleichen Raster, wie er zur Aufnahme gedient hatte, so wird man bei richtiger Lage des Rasters ein farbiges, aus feinen Linien bestehendes Bild erhalten. Dieses farbige Bild kommt dadurch zustande, dass die farbigen Rasterlinien durch die hellen Linien des Diapositivs sichtbar sind, durch die dunkeln Linien aber verdeckt werden. Die Hauptmängel dieses Verfahrens sind folgende: 1. Das Bild ist nicht homogen, sondern besteht aus farbigen Linien und macht deswegen einen sehr unruhigen Eindruck. 2. Die Raster sind ausserordentlich teuer, was besonders ins Gewicht fällt, da für jedes Diapositiv ein besonderer Raster erforderlich ist. Wenn es gelingen sollte, einen äusserst fein liniierten Raster billig genug herzustellen, so wird das Jolysche Verfahren noch am ehesten eine grosse praktische Bedeutung erlangen.

V. Das Lumièresche Verfahren.

Während Joly einen Raster benützt, der aus farbigen Linien besteht, verwenden die Gebr. Lumière bei ihrem neuen Verfahren einen Kornraster, der auf eigenartige Weise mittels Kartoffelstärke hergestellt wird. Aus Kartoffelmehl werden durch Absieben die Stärkekörnchen, die einen Durchmesser von 0,015—0,020 mm haben, isoliert und in drei Portionen rot, grün und blau gefärbt. Die erhaltenen Farbpulver werden so gemischt, dass keine Farbe vorherrscht und nun mittels eines weichen Pinsels auf eine mit einer klebrigen Substanz überzogene Glasplatte aufgetragen. Dabei sollen sich alle gefärbten Körnchen berühren; sie dürfen sich jedoch nicht überdecken. Die zwischen den rundlichen Körnern notwendigerweise verbleibenden Zwischenräume werden schliesslich mit Russ ausgefüllt und das ganze mit einem Firnis überzogen. Auf die so präparierten Platten wird eine panchromatische Bromsilbergelatineemulsion aufgegossen und die Platten in der Camera von der Glasseite

her belichtet. Wie bei dem Jolyschen Verfahren die farbigen Linien, so wirken hier die Farbkörnchen als Lichtfilter und es resultiert nach dem Entwickeln und Fixieren der Platten ein Negativ, das in der Durchsicht die komplementären Farben des photographierten Gegenstandes zeigt. Durch Kopieren dieses Negativs auf eine zweite ebenso präparierte Platte entsteht ein Diapositiv in den richtigen Farben. Wenn man nach dem Entwickeln des Negativs, ohne zu fixieren, das reduzierte Silber auflöst, das weissgebliebene Bromsilber belichtet und wiederum entwickelt, so soll es gelingen, direkt ein brauchbares Positiv mit den richtigen Farben zu erhalten.

Obgleich nach dieser Beschreibung die Präparation der Platten sehr schwierig erscheint, sollen solche doch in kurzem in den Handel kommen.

Wir sehen aus diesen kurzen Erörterungen, dass der Praktiker mit den direkten und einfachsten Methoden der Farbenphotographie bis jetzt nicht viel anfangen kann und gezwungen ist, seine Zuflucht zu den umständlicheren indirekten Methoden zu nehmen.

Die indirekten Methoden der Farbenphotographie.

Diese indirekten Methoden bestehen, wie wir bereits erwähnten, in der Zerlegung des Bildes in drei Grundfarben und in der Synthese des farbigen Bildes aus diesen drei Grundfarben. Man bezeichnet die indirekten Methoden deswegen meist als Dreifarbenphotographie.

Das Verdienst, den eben erwähnten Gedanken zuerst (im Jahre 1861) ausgesprochen zu haben, gebührt dem berühmten englischen Physiker Maxwell.

Etwas später beschäftigten sich die Franzosen Ducos du Hauron, Cros und Vidal eifrig mit der Dreifarbenphotographie.

Allerdings konnten diese den Erfindungsgedanken nur in unvollkommener Weise in die Praxis umsetzen, da die Hilfsmittel, über die damals die Photographie verfügte, für ihre Zwecke völlig unzureichend waren. Seit jener Zeit ist in der Tat kaum etwas prinzipiell Neues auf dem Gebiete der Dreifarbenphotographie gefunden worden, und so oft auch in Fach- und besonders Tageszeitungen Aufsehen erregende Mitteilungen über angeblich neue Methoden der Farbenphotographie erscheinen, kann man sicher sein, dass es sich im besten Falle nur um irgend eine Verbesserung der alten Dreifarbenphotographie handelt.

Wenn nun auch unseren modernen Verfahren immer noch der alte Erfindungsgedanke zugrunde liegt, so würde man doch sehr fehlgehen, wenn man annähme, wir seien auf diesem Gebiete nicht weiter gekommen. Die Technik ist, zumal in den letzten Jahren, ganz ausserordentlich vervollkommnet worden. Die Farbchemie lieferte nicht nur für das Färben und Drucken der Bilder geeignete leuchtende Farbstoffe, sondern auch zahlreiche Sensibilisatoren, die es ermöglichten, das nur für Blau empfindliche Bromsilber für jeden Bezirk des Spektrums empfindlich zu machen.

Die optischen Werkstätten brachten neue lichtstarke und besonders für die Zwecke der Farbenphotographie konstruierte Objektive auf den Markt; die Camerafabrikanten endlich haben sehr kompendiöse, verhältnismässig einfache Apparate gebaut, so dass in der Tat Farbenaufnahmen heutzutage für jeden mit der Schwarzphotographie gründlich Vertrauten keine Schwierigkeiten mehr bieten. Mühsamer ist das Photographieren „in Farben“ ohne Frage, und das wird immer so bleiben, es verlangt noch mehr wie die gewöhnliche Photographie, Geschicklichkeit, Erfahrung und eine

genaue Kenntnis der Grundlagen, auf denen das Verfahren der Dreifarbenphotographie aufgebaut ist. Wer die Farbenphotographie betreibt, ohne sich bei jeder Operation, die er durchführt, darüber klar zu sein, warum das gerade so und nicht anders gemacht wird, der wird höchstens durch Zufall gelegentlich erfreuliche Resultate erzielen. Das gedankenlose Arbeiten nach gegebenen Rezepten ist hier am allerwenigsten angebracht. Für die aufgewandte Mühe wird man aber auch reich belohnt; denn jeder, der einmal gute Farbenphotographien sah, jeder, der einmal in ein Chromoskop blickte oder den herrlichen Vorführungen der Mietheschen Aufnahmen in der Urania in Berlin beigewohnt hat, wird mit diesem Ziel vor Augen gern Mühe und Sorgfalt aufwenden, um ähnliches zu erreichen.



I. Abschnitt.

Der Dreifarbendruck oder die subtraktive Methode der Dreifarbenphotographie.

Die Dreifarbenphotographie beruht auf der Erkenntnis, dass alle in der Natur vorkommenden Farben in drei Grundfarben Rot, Grün (oder Gelb) und Blau zerlegt und aus diesen wieder zusammengesetzt werden können. Wenn es also gelingt, das Bild eines farbigen Gegenstandes auf photographischem Wege in drei Teilbilder zu zerlegen, von denen das eine nur die gelben, das andere nur die roten, das dritte nur die blauen Partien wiedergibt, so müssen diese auf irgend eine Weise zur Deckung gebrachten monochromen, d. h. einfarbigen Photogramme ein naturgetreues Abbild des photographierten Gegenstandes liefern. Zur Zerlegung des Bildes in die drei Grundfarben benutzt man sogenannte Lichtfilter, und zwar entweder Trockenfilter oder Flüssigkeitsfilter. Letztere bestehen aus planparallel geschliffenen Glaskuvetten, die mit einer geeigneten Farblösung gefüllt werden; erstere sind meist gut geschliffene und polierte Glasplatten, die mit gefärbter Gelatine oder Kollodium über-

zogen sind. In der Masse gefärbte Lichtfilter sind unzweckmässig, da es äusserst schwierig, wenn nicht unmöglich ist, Glasflüsse so zu färben, dass sie den Anforderungen, die die Farbenphotographie an die Filter stellt, genügen.

Wird in den Gang der Lichtstrahlen, die das Bild auf der empfindlichen Platte erzeugen, ein blaues Lichtfilter eingeschaltet, so lässt dieses alle Lichtstrahlen mit Ausnahme der gelben passieren, es werden also alle Lichtstrahlen mit Ausnahme der genannten ein Bild auf der photographischen Platte erzeugen. Mit anderen Worten: Das entwickelte Negativ wird in den blauen und roten Partien gedeckt, in den gelben oder denen, die Gelb enthalten, mehr oder weniger durchsichtig sein. Kopiert man nun dieses Negativ auf bereits gelb gefärbte oder nachträglich gelb zu färbende Bichromatgelatine, so erhält man ein Bild, welches nur die gelben Partien des Originals wiedergibt: Das gelbe Teilbild.

In ähnlicher Weise verfährt man, um das rote Teilbild zu erhalten. Man schaltet bei der Aufnahme ein grünes Lichtfilter ein, welches Grün, Blau und Gelb durchlässt, Rot absorbiert. In dem erhaltenen Negativ erscheint Grün, Blau und Gelb gedeckt, Rot glasklar. Beim Kopieren auf rot gefärbte Bichromatgelatine entsteht nunmehr das rote Teilbild.

Um schliesslich das blaue Teilbild zu erhalten, macht man eine Aufnahme hinter einem Orangefilter, das Rot und Gelb durchlässt, Blau absorbiert. Man erhält so ein Negativ, auf dem Rot und Gelb gedeckt, Blau glasklar erscheint; dieses Negativ liefert beim Kopieren mittels blau gefärbter Bichromatgelatine das blaue Teilbild.

Das ist in kurzen Zügen die theoretische Grundlage der Dreifarbenphotographie, deren praktische Ausführung wir nun zunächst beschreiben wollen.

I. Der Aufnahmeapparat.

Für die Dreifarbenphotographie kann jede gute stabile Stativcamera verwendet werden; auch sind diejenigen Handcameras brauchbar, bei denen die Auswechslung der Platten leicht und sicher geschieht, ohne dass der Apparat selbst bewegt wird. Im allgemeinen wird man über das Plattenformat 9×12 *cm* nicht hinausgehen und grössere Bilder lieber durch Vergrössern kleiner Originalaufnahmen herstellen. Da, wie wir oben gesehen haben, drei Aufnahmen von demselben Gegenstand zu machen sind, die sich mit absoluter Genauigkeit decken müssen, so ist ein durchaus feststehendes Stativ die erste Hauptbedingung; am besten bedient man sich stets eines sogenannten Stativfeststellers.

Die bei der Aufnahme zur Verwendung kommenden Lichtfilter können in verschiedener Weise angebracht werden:

1. unmittelbar vor dem Objektiv,
2. innerhalb des Objektivs an Stelle der Blenden,
3. unmittelbar hinter dem Objektiv,
4. unmittelbar vor der lichtempfindlichen Platte.

Die erste Art, die sehr bequem ist, sei nur dann empfohlen, wenn man als Filter mit absoluter Genauigkeit planparallel geschliffene Gläser verwendet, die allerdings sehr hoch im Preise stehen. Durch minderwertige Gläser leidet die Schärfe des Bildes ganz beträchtlich.

Aus demselben Grunde möchte der Verfasser die zweite Art nicht empfehlen. Die an Stelle der Blenden einzusetzenden Lichtfilter sind naturgemäss äusserst dünn und leicht verletzlich, entweder Glas oder blosse Kollodiumhäutchen, und führen ebenfalls leicht zu enormen Verzerrungen des photographischen Bildes.

Besser ist schon die dritte Art, die Filter unmittelbar hinter dem Objektiv anzubringen, doch wird auch hier, zumal bei Verwendung von Objektiven mit grösserer Brennweite,

die Schärfe des Bildes leicht beeinträchtigt, wenn die Filter nicht gut planparallel geschliffen sind. Meist genügen allerdings für den vorliegenden Zweck die gewöhnlichen Spiegelplatten des Handels. Für denjenigen, der sich wenigstens vorläufig keine besondere Camera für die Dreifarbenphotographie anschaffen will, ist diese Art, die Filter anzubringen, besonders bequem. Man kann die Filter, die nicht viel grösser zu sein brauchen als der Durchmesser des Objektivs, einfach mittels einiger Federn gegen die Innenseite des Objektivbretts andrücken. Das Auswechseln ist dann allerdings immer mit ziemlich grossem Zeitverlust verbunden. Recht praktisch ist es, die Filter an Drähten zu befestigen, die lichtdicht nach aussen geführt werden. Vermittels dieser Drähte lassen sich dann die Filter leicht auswechseln. Man kann auch die drei Filter nebeneinander in einer Schlittenführung anbringen, die dicht hinter dem Objektiv vorbeigleiten und lichtdicht nach aussen geführt ist. So kann man durch einfaches Verschieben des Schlittens die Filter schnell und sicher wechseln.

Bei billigen Apparaten pflegen die Kassetten nicht so exakt gearbeitet zu sein, dass man jede ohne weiteres für Dreifarbenaufnahmen verwenden kann. Man überzeuge sich vorher, ob drei gewöhnliche, mittels verschiedener Kassetten hergestellte Aufnahmen desselben Gegenstandes sich absolut genau decken, und suche eventuell solche Kassetten aus, bei denen das der Fall ist.

Wer sich mit Aufnahmen von Blumen und Stillleben begnügt, wird mit einer der eben beschriebenen Vorrichtungen gut auskommen. Für die Mehrzahl und besonders die Vorgeschrittenen bieten aber gerade Landschafts- und Porträtaufnahmen den grössten Reiz. Diese sind mit den bisher beschriebenen Hilfsmitteln nicht gut ausführbar, da die Auswechselung der Filter und Kassetten zu lange Zeit erfordert; mehr als die Expositionen selbst.

Hier ist die oben als vierte erwähnte Art, die Filter anzubringen, am Platze. Auch vom optischen Standpunkt ist diese Methode am meisten zu empfehlen. Unmittelbar vor der Platte angebracht beeinträchtigen die Filter die Bildschärfe auch dann kaum, wenn sie unvollkommen geschliffen sind. Etwaige Fehler im Glase erzeugen Unschärfe nur an den unmittelbar dahinter liegenden Stellen der Platte, ohne allgemeine Unschärfe des ganzen Bildes zu veranlassen.

Sehr einfach lassen sich die Filter in manchen Handcameras anbringen, wenn man sich extratiefe Blechkassetten machen lässt, in denen Filter und Trockenplatte zusammen Platz haben. Man legt dann die Filter direkt auf die empfindliche Schicht. Beim Einstellen ist natürlich zu berücksichtigen, dass die Aufnahmeplatte um die Dicke des Filters nach hinten gerückt ist.

Neuerdings kommen aus Gelatoidfolien bestehende sogenannte Flexoidfilter in den Handel, die sehr dünn sind und deswegen ohne weiteres und ohne die Einstellung zu beeinflussen in jede Kassette zusammen mit der lichtempfindlichen Platte eingelegt werden können. Diese Filter sind nicht so praktisch und billig wie es scheinen möchte, da sie sich leicht unter der Einwirkung der Luftfeuchtigkeit werfen, beim Berühren mit dem Finger matte Stellen bekommen und überdies meist sehr spröde sind. Für die ersten Versuche in der Dreifarbenphotographie seien diese Filter jedoch ihrer Billigkeit wegen empfohlen.

Bei den für Dreifarbenaufnahmen bestimmten Vidilfilms sind abwechselnd vor den einzelnen Filmblättern blaue, grüne und rote Gelatinefolien angebracht, die mit dem Film auf- und abgerollt werden. Es ist ohne Zweifel sehr schwierig, diese Folien immer gleichmässig und so exakt, wie es für die Dreifarbenphotographie nötig ist, herzustellen.

Besondere für die Dreifarbenphotographie konstruierte Apparate kommen bereits von verschiedenen Seiten in den

Handel. Bei all diesen sind die Filter unmittelbar vor der empfindlichen Platte angebracht. Am wenigsten zu empfehlen sind die Apparate mit horizontaler Schlittenverschiebung. Eine sehr brauchbare Dreifarbencamera baut der Tischlermeister Bermpohl in Berlin nach Angaben von Professor Miethe. Die Filter sind in einem Holzrahmen befestigt, unmittelbar dahinter befindet sich die Kassette; Filterrahmen und Kasette lassen sich zusammen leicht von oben nach unten schieben, sodass ein Filter nach dem andern an die Stelle der Visierscheibe tritt Neuerdings werden die Apparate so eingerichtet, dass die Filterwechslung pneumatisch (durch Druck auf einen Gummiball) geschieht.

Einen anderen Apparat, der noch den Vorzug hat, dass man ihn auch zu gewöhnlichen Aufnahmen verwenden kann, baut der Camerafabrikant Horn in Wiesbaden. Seiner Konstruktion nach ist der Apparat eine Klappcamera. Die Platten befinden sich in dünnen Blechkassetten hinter den Filtern. Vor der Aufnahme werden alle drei Kassettenschieber herausgezogen, so dass die Aufnahmen ohne Unterbrechung schnell hintereinander gemacht werden können. Beide Apparate haben sich in unsern Händen gut bewährt.

Im Auslande werden von der Société de Photochromie in Paris und von Sanger-Shepherd in London gute Dreifarbenapparate gebaut.

Da die Platte in der Camera freiliegt, ist die Verwendung eines Verschlusses, der beim jedesmaligen Spannen das Objektiv öffnet, ausgeschlossen. Man wird daher zweckmässig einen Verschluss wählen, der wie der bekannte „Konstant“ stets gespannt ist.

Wir können besonders den von Goergen in München konstruierten Sektorenverschluss empfehlen.

Ein idealer Dreifarben-Aufnahmeapparat wäre natürlich ein solcher, der nur eine einzige Exposition erforderte. Selbstverständlich ist es unmöglich, etwa mit drei Objektiven

gleichzeitig zu arbeiten, da sich die Aufnahmen nie decken würden. Man ist bei der Konstruktion eines derartigen Apparates darauf angewiesen, durch Spiegel und Prismen das von dem Objektiv erzeugte Bild durch die entsprechenden Filter auf die drei Platten zu werfen. Man belichtet so lange, wie das Rot- oder Grünfilter es erfordert und hat die anderen Filter so abzustimmen, dass die betreffenden Platten die richtige Lichtmenge erhalten; eventuell muss man hier Blenden zu Hilfe nehmen. Derartige Apparate zur gleichzeitigen Aufnahme der Teilbilder sind natürlich ihrer komplizierten Einrichtung wegen äusserst kostbar und wenig im Gebrauch.

Neuerdings wurde vom Hofphotographen Perscheid (Berlin) ein Dreifarbenaufnahmeapparat konstruiert und zum Patent angemeldet. Die Belichtung der drei Platten erfolgt automatisch durch ein Uhrwerk, das von vorn herein für alle drei Expositionszeiten genau eingestellt werden kann und sich auf einen Druck geräuschlos in Bewegung setzt. Die drei Expositionen werden dann ohne weiteres Zutun des Photographen der Reihe nach sehr exakt erledigt. Bei Porträtaufnahmen ist es ohne Zweifel von Vorteil, wenn das Modell durch die Manipulationen des Aufnehmenden nicht gestört wird. Nach der Patentschrift können die Belichtungszeiten an dem Uhrwerk bis auf Bruchteile von Hundertstel-Sekunden eingestellt werden. Man wird gern glauben, dass das Uhrwerk diese Expositionen gewissenhaft ausführt, wo ist aber der Photograph, der die Expositionszeiten bis auf Bruchteile einer hundertstel Sekunde voraus berechnen kann? Es stände schlimm um die Farbenphotographie, wenn man an solch exaktes Arbeiten gebunden wäre.

Als Objektiv dient ein recht lichtstarkes Instrument, das mindestens die relative Öffnung f/8 besitzt; die modernen Objektive der bekannten renommierten Firmen sind wohl sämtlich gut verwendbar, namentlich die lichtstärksten Typen mit dem Öffnungsverhältnis f/4—f/5. Man bedenke jedoch, dass die Tiefe

dieser Instrumente naturgemäss sehr gering ist und dass man daher ausser bei Porträts selten in der Lage ist, ihre Lichtstärke voll ausnutzen zu können. Auch empfiehlt es sich, mit nicht zu langen Brennweiten zu arbeiten, der besseren Tiefenzeichnung wegen. Für das Format 9×12 *cm* sind Objektive von 12—15 *cm* Fokus am geeignetsten. Beim Arbeiten mit kleinen Formaten und kurzbrennweitigen Objektiven ist es nicht nötig, besonders für die Farbenphotographie korrigierte Objektive zu benutzen. Jedes gute achromatische Objektiv genügt vollkommen und man kann sogar mit billigen, älteren Aplanaten sehr gute Farbenphotographien herstellen. Wünscht man mit dem Format über 13×18 *cm* hinauszugehen, so ist das Vergrössern kleiner Aufnahmen, wie wir schon oben erwähnten, viel empfehlenswerter als direkte Aufnahmen auf grossen Platten. Besonders praktisch sind für diesen Zweck die neuerdings vielfach in den Handel kommenden Tageslicht-Vergrösserungsapperate, die, nur für eine bestimmte Vergrösserung eingerichtet, immer scharf eingestellt sind. Man hat so vollkommene Sicherheit, dass die vergrösserten Negative sich mit absoluter Genauigkeit decken. Die schärfsten Vergrösserungen erzielt man, wenn man von den Original-Negativen vergrösserte Diapositive und von diesen wieder Negative im Kopierrahmen herstellt.

Von den verschiedenen Kopierverfahren bietet, wie wir später sehen werden, die Pinatypie besondere Vorteile bei der Herstellung vergrösserter Bilder.

Für Dreifarben-Stereoskopaufnahmen gelten selbstverständlich dieselben Regeln wie für die gewöhnlichen Stereoskopaufnahmen. Stillleben kann man auch ohne eigentlichen Stereoskopapparat zweckmässig mit einer gewöhnlichen Camera und einer sogenannten Stereoskopvorrichtung aufnehmen, wenn man die Camera nach der ersten dreifachen Aufnahme um 6—7 *cm* seitwärts verschiebt und nun die Aufnahmen mit genauer Einhaltung derselben Expositionzeiten wiederholt.

Lichtfilter.

Wir kommen jetzt zur Herstellung der Filter, des wesentlichsten Teiles des Dreifarben-Aufnahmeapparates. Diese Filter sind neuerdings mehrfach im Handel zu haben, doch kaufe man nicht beliebige bunte Gläser irgend welcher Herkunft, sondern nur von anerkannt reellen, sachverständigen Bezugsquellen. Dann sind die Filter, deren Herstellung grosse Sorgfalt erfordert, allerdings recht teuer und manchem wird eine genaue Vorschrift zur Selbstanfertigung brauchbarer Trockenfilter erwünscht sein. Zwar sind schon viele solcher Vorschriften veröffentlicht worden, aber der Wert dieser Vorschriften ist ein sehr zweifelhafter. Die meisten Autoren der Filtervorschriften sind mit der Chemie der Teerfarbstoffe nicht genügend vertraut, sie mischen zusammen, was ihnen nach der optischen Prüfung zweckmässig erscheint, ohne die chemischen Eigenschaften der Farbstoffe zu berücksichtigen. Wenn man z. B. basische und saure Farbstoffe mischt, wie es in Dutzenden von Rezepten vorgeschrieben wird, so darf man sich nicht wundern, dass die Mischung Schlieren gibt, oder Schaum, Gerinsel und dergleichen abscheidet. Auch ist es für den Fachmann ganz selbstverständlich, dass bei Verwendung der gewöhnlichen Farbstoffe des Handels während des Trocknens der Gelatine allerlei Unregelmässigkeiten auftreten, wie Rauh- oder Körnigwerden der Schicht, Ausblühungen usw. Fast sämtliche im Handel befindlichen Teerfarbstoffe enthalten als für die Färbereitechnik notwendige Verdünnungsmittel Kochsalz, Natriumsulfat, Dextrin, Zucker oder dergleichen, und die Entfernung dieser Beimengungen ist häufig mit sehr grossen Schwierigkeiten verknüpft. Ein und derselbe Farbstoff kommt sehr oft in ganz verschiedenen Stärken in den Handel, auch sind die Produkte der verschiedenen Fabriken nicht gleich, so dass die bisher veröffent-

lichten Rezepte im besten Falle nur für die Farbstoffe gültig sind, die der betreffende Verfasser zufällig in Händen hatte.

Die Farbfilter lassen sich auf zweierlei Weise herstellen: entweder durch Baden gelatinierter Glasplatten in Farblösungen oder durch Überziehen von Glasplatten mit gefärbter Gelatine. Im ersten Fall ist es natürlich nicht nötig, chemisch reine Farbstoffe zu verwenden, dann lassen sich aber auch keine exakten Vorschriften für die Herstellung der Filter geben und man muss mit dem Spektroskop das Fortschreiten des Färbeprozesses kontrollieren, um im rechten Moment die Operation unterbrechen zu können. Die genauere Methode ist unzweifelhaft das Überziehen von Glasplatten mit gefärbter Gelatinelösung. Selbstverständlich können hierfür nur chemisch reine Farbstoffe verwendet werden, bei denen alle Schwierigkeiten, von denen die meisten Autoren zu berichten wissen, wegfallen. Präzise Vorschriften lassen sich natürlich auch nur für chemisch reine Farbstoffe geben, nicht für die gewöhnlichen, in ihrer Stärke ungemein wechselnden Farbstoffe des Handels. Auf Veranlassung des Verfassers haben sich die Höchster Farbwerke bereit erklärt, geeignete Farbstoffe, die speziell für photographische Zwecke rein dargestellt sind, auch in kleinen Mengen an Interessenten abzugeben. Aus den zahlreichen Farbstoffen, die durch ihre optischen Eigenschaften zur Herstellung von Farbfiltern brauchbar sind, wurden diejenigen ausgewählt, die sich besonders leicht in chemisch reinem Zustand herstellen lassen. Letzterer Gesichtspunkt war für die spezielle Auswahl der in den nachfolgenden Vorschriften angegebenen Farbstoffe massgebend.

Man verschaffe sich zunächst gut geschliffene, blasenfreie, dünne Spiegelglasplatten (ca. 1—2 *mm* stark) reinige sie mit verdünnter Salzsäure, spüle reichlich mit Wasser und putze sie nach dem Trocken mit einem in Alkohol und Ammoniak getauchten Läppchen oder Fliesspapier. Die sauberen, gut

abgestaubten Gläser werden auf eine mittelst Wasserwage genau nivellierte Spiegelscheibe gelegt (wozu die Scheibe eines grösseren Kopierrahmens dienen kann) und auf je 100 *qcm* Plattenoberfläche — also ungefähr eine 9 × 12 Platte — 7 *ccm* der nachstehend beschriebenen Farbgelatinelösungen gegossen. Die Flüssigkeit wird mit einem dünnen, stumpfwinklig gebogenen Glasstab schnell gleichmässig verteilt, doch hüte man sich, die Schicht zu berühren, wenn sie bereits anfängt zu erstarren. Luftblasen entfernt man durch leise Berührung mit dem angefeuchteten Finger. Wenn der Raum, in dem das Giessen vorgenommen wird, zu kalt sein sollte, werden die Platten unmittelbar vor dem Giessen vorsichtig schwach angewärmt, damit die Gelatine nicht gar zu schnell fest wird. Ist der Raum andererseits zu warm, so erstarrt die Gelatine nicht auf den Platten, 15—20° C. ist die geeignetste Temperatur. Nach völligem Erstarren werden die Filter auf Plattenböcke gestellt und an einem staubfreien Ort getrocknet. Bei feuchtem Wetter bediene man sich zum Trocknen einer Kiste, in die man neben die Filter eine Schale mit wasserfreiem Chlorkalcium stellt. Gebrannter Kalk ist zum Trocknen der Luft weniger geeignet, da das entstehende Kalkhydrat pulvrig ist und sehr leicht staubt. Man giesse stets einige Platten mehr als man nötig hat, da durch darauffliegenden Staub und andere Zufälle immer einige zu missraten pflegen. Diese verunglückten Filter lassen sich mit warmem Wasser leicht wieder abwaschen und neu begiessen. Nach dem Trocknen sich etwa zeigende schwache Schlieren sind meist unschädlich, da sie beim späteren Verkitten mit Canadabalsam völlig verschwinden. Bedenklicher sind schon Unregelmässigkeiten in der Dicke der Schicht, so dass das Filter von ungleicher Intensität ist. Deswegen ist es nicht ratsam, die Filter aus einer mit Gelatine überzogenen und einer unbegossenen, als Deckglas dienenden Scheibe herzustellen. Man arbeitet viel sicherer, wenn man zwei ent-

sprechend heller gefärbte Scheiben mit den Schichten zusammenkittet, wobei man eventuelle Unregelmässigkeiten viel leichter ausgleichen kann.

Das Verkitten der Platten geschieht in folgender Weise. Die zu verkittenden Platten werden vorsichtig über einer Flamme schwach angewärmt, die Gelatineseiten abgestaubt und nun auf die Mitte der einen Platte eine nicht zu gering bemessene Menge Canadabalsam (Balsam canad., gereinigt für Mikroskopie von E. Merck-Darmstadt) gegossen, wobei man Obacht gibt, dass nicht hier schon Luftblasen entstehen. Dann setzt man die zweite Filterplatte mit ihrer einen Kante auf die entsprechende Kante der ersten Glasplatte in spitzem Winkel auf und neigt sie langsam — Schichtseite natürlich nach unten, — indem man die Entstehung von Luftblasen beim Berühren des Balsamtropfens möglichst zu vermeiden sucht. Sollten sich doch Luftblasen gebildet haben, so entfernt man diese durch starkes Drücken mit den Fingern und eventuell schwaches Erwärmen. Den an den Rändern hervorquellenden überschüssigen Balsam streicht man mit einem Messer ab. Hat man von diesem Balsam eine grössere Menge gesammelt, so kann man ihn bei gelinder Wärme schmelzen, mit sehr wenig Xylol oder Toluol verdünnen und durch ein trockenes Faltenfilter filtrieren, wodurch er wieder brauchbar wird. Ist die Verkittung gut gelungen, so legt man das Filter mindestens drei Tage lang auf eine mit einem Blatt Papier bedeckte nivellierte Spiegelscheibe und beschwert dasselbe mit Gewichten, eine 9×12 Platte zuerst mit etwa 200 *g* später mit etwa $^1/_2$ *kg*. Da die frisch verkitteten Platten grosse Neigung haben, auf einander zu gleiten, stellt man an die vier Kanten Gewichtsstücke oder dergleichen, um die Platten in ihrer richtigen Lage festzuhalten. Ohne die Papierunterlage würden die Filter durch den an den Rändern hervorquellenden Canadabalsam unlösbar fest mit der Glasplatte verkittet werden. Gut ist es, die Filter an einem warmen

Ort trocknen zu lassen. Die schliesslich fest aneinanderhaftenden Scheiben werden zuerst mit Benzol oder Terpentinöl, dann mit Alkohol und Ammoniak geputzt und schliesslich ähnlich wie die Laternbilder an den Rändern mit Papier oder dünnem Stoff umklebt.

Man setze die Filter nicht unnötig längere Zeit dem Sonnen- oder hellen Tageslicht aus, da die Farben sonst verblassen können; beobachtet man diese Vorsicht, so sind die Filter lange Jahre, vielleicht unbegrenzt, haltbar.

Vorschriften für die Farbgelatine.

Wir bemerken zuvor noch einmal, dass die folgenden Vorschriften, die mit grösster Sorgfalt ausprobiert sind, sich nicht auf beliebige, im Handel unter dem betreffenden Namen gangbare Farbstoffe beziehen, sondern auf chemisch reine Substanzen, die man nur aus ganz zuverlässiger Quelle beziehen sollte.

Als Grundsubstanz für alle Filter benutzen wir eine 6%ige Gelatinelösung, die folgendermassen hergestellt wird: 30 *g* harte Emulsions-Gelatine werden etwa eine halbe Stunde lang in kaltem Wasser eingeweicht. Die gequollenen Tafeln werden dann in einen tarierten Glaskolben gebracht und soviel destilliertes Wasser hinzugegeben, dass das Ganze (Gelatine + Wasser) 500 *g* wiegt. Man erwärmt dann vorsichtig bis zur völligen Lösung der Gelatine.

Da die zur Verwendung kommenden Farbstoffmengen äusserst gering sind, ist es nicht möglich, die trocknen Farbstoffe in den nötigen Quantitäten genau genug abzuwägen; wir lösen daher eine etwas grössere Menge der Farbstoffe zunächst in einer bestimmten Menge Wasser, und verwenden von dieser Lösung einen aliquoten Teil znr Färbung der Gelatine.

Die mit den Farbstoffen versetzte Gelatinelösung wird

jedesmal sorgfältig durch ein angefeuchtetes Faltenfilter filtriert und auf je 100 *qcm* Plattenoberfläche, wie oben bereits erwähnt, 7 *ccm* Gelatinelösung gegossen.

Für ein Lichtfilter sind stets zwei solcher Platten zu verwenden. Will man nur eine der beiden Platten, aus denen das Filter besteht, begiessen, so muss man natürlich doppelt soviel Farbstoff oder Farbstoffgelatine nehmen.

I. Blaufilter.

2 *g* Kristallviolett werden in 50 *ccm* destillierten Wassers unter Erwärmen aufgelöst und 5—6 Tropfen Essigsäure zugesetzt.

100 *ccm* 6 prozentige Gelatinelösung, deren Darstellung wir oben beschrieben, wird mit 6—7 *ccm* der Farblösung versetzt.

Die Filter sind nass violett und werden beim Trocknen sehr viel blauer. Das fertige Filter absorbiert Gelb und Grün, lässt Violett, Blau und etwas Rot durchgehen. Auf dieses Filter kommt es am wenigsten an, da ja zur Not auch eine Aufnahme mit gewöhnlicher, nicht orthochromatischer Platte als Gelbdruckplatte dienen könnte.

II. Grünfilter.

Um so heikler ist die Herstellung eines guten, Blau und Gelb richtig dämpfenden Grünfilters.[1])

Fast sämtliche grünen und blauen Farbstoffe, welch letztere mit Gelb gemischt Grün geben, lassen das äusserste Rot des Spektrums durch. Da nun das Grünfilter gerade die Aufgabe hat, das Rot zu absorbieren, so erklären manche Autoren ein Grünfilter, welches jenes äusserste Rot durchlässt, für unbrauchbar. Sehr mit Unrecht — denn für dieses äusserste Rot sind auch unsere modernen panchromatischen Platten so wenig empfindlich, dass nur enorm lange Belichtungen dieses Rot zur Wirkung kommen lassen würden.

---

1) Phot. Mitteilg. 1905, S. 325.

Sollten einmal Farbstoffe gefunden werden, die gleichzeitig für Grün und für jenes Rot von geringster Wellenlänge sensibilisieren, so haben wir zum Glück in dem Naphtholgrün einen Körper, der gerade dieses Rot ausschliesst. Ängstliche Gemüter mögen das Naphtholgrün auch jetzt schon ihren Filtern zusetzen, sie müssen dann allerdings eine Verlängerung der Expositionszeit mit in den Kauf nehmen. Das gleich zu beschreibende Grünfilter ist für Orthochrom- oder Pinachromplatten abgestimmt.

Vorschrift für die Farbgelatine:

6 *g* Patentblau
3 *g* Tartrazin

werden in 330 *ccm* Wasser warm gelöst. 100 *ccm* 6 prozentige Gelatinelösung werden mit 5 *ccm* der Farblösung versetzt.

Dieses Grünfilter lässt Grün durch, dämpft das Blau und das Gelb stark, damit das Grün besser zur Wirkung gelangen kann.

Orange und Rot werden absorbiert bis auf die am wenigsten brechbaren Strahlen am äussersten Ende des Spektrums. Dass dieses Rot bei der Aufnahme unschädlich ist, haben wir oben auseinandergesetzt. Will man trotzdem auch dieses Rot ausschliessen, so löse man

4 *g* Filtergrün I neu (Höchst)

in 120 *ccm* Wasser und füge 5—6 *ccm* dieser Lösung zu 100 *ccm* 6 prozentiger Gelatinelösung.

III. Rotfilter.

5 *g* Filterrot I (Dianilrot) werden in 200 *ccm* Wasser warm gelöst.

100 *ccm* Gelatinelösung werden mit 4 *ccm* Farblösung versetzt. Dieses Filter lässt Rot, Gelb und Gelb-Grün durch, absorbiert Blau, Violett und den grössten Teil des Grün. Es ist nicht vorteilhaft, orangerote Filter, die das Grün stärker durchlassen, zu verwenden. Diese Filter erlauben zwar eine





etwas kürzere Expositionszeit, doch wird das eigentliche Rot bei kurzer Belichtung auf dem Negativ nicht genügend gedeckt erscheinen.

Ausser den bisher besprochenen Gelatinetrockenfiltern kann man auch Kollodiumtrockenfilter verwenden, die der Verfasser jedoch aus verschiedenen Gründen nicht empfehlen möchte. Zunächst ist die Auswahl unter den zum Färben von Kollodium geeigneten Farbstoffen nicht sehr gross. Ferner kann man das gefärbte Kollodium nicht wie Gelatine in bestimmter Menge und in dicker Schicht auf die horizontal liegenden Glassplatten aufbringen, sondern man muss, um einen glatten Überzug zu erhalten, die Glasplatten mit Kollodium übergiessen und den Überschuss durch Neigen der Platte an einer Ecke ablaufen lassen. Dabei ist die Intensität des erhaltenen farbigen Häutchens natürlich in hohem Grade von der Viskosität des angewandten Kollodiums abhängig, so dass es ganz unmöglich erscheint, exakte Vorschriften zur Herstellung von Kollodium-Trockenfiltern zu geben. Auch von Flüssigkeitsfiltern wollen wir hier ganz absehen, da diese ihrer Unhandlichkeit wegen nur für Reproduktionsphotographie geeignet und zudem sehr kostspielig sind.

Unter dem Namen „Rapid-Lichtfilter“ werden von den Höchster Farbwerken in letzter Zeit Filter in den Handel gebracht, die mit besonders lichtdurchlässigen Farbstoffen von ausgezeichnetem Absorptionsvermögen hergestellt sind. Diese Filter gestatten eine ausserordentliche Herabsetzung der Expositionszeiten. Das Blaufilter entspricht dem auf Seite 22 beschriebenen; Grün- und Rotfilter sind von viel reinerer Farbe als die nach II und III präparierten. Das Grünfilter lässt das Rot vom äussersten Ende des Spektrums stark passieren, doch schadet dieses Rot auch bei Verwendung von Pinachrombadeplatten absolut nicht. Die betreffenden Farbstoffe sind im Handel zu haben.

I.



II.



III.



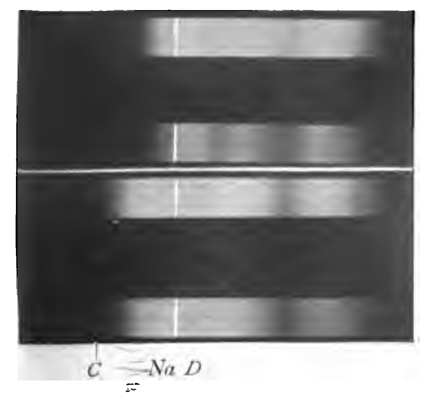
IV.



Aufnahmen einer von Eder empfohlenen Farbentafel auf Pinachrom-Badeplatten: I. mit subtr. Blaufilter, II. mit subtr. Rotfilter, III. mit subtr. Grünfilter, IV. mit add. Grünfilter.

I.

II.



III.



Li α *C* *Na D*

Spektrum einer Nernstlampe, mit eingeschalteter durch Chlornatrium und Chlorlithium gefärbter Bunsenflamme, aufgenommen mit einem Gitter spektrographen auf verschieden sensibilisierten Platten: I. Aethylrot, II. Pinachrom, III. Pinacyanol. Die *Li α*-Linie entspricht der Wellenlänge 671.

Platten.

Über die zu verwendenden Platten sind die Meinungen geteilt. Während die einen behaupten, man dürfe unbedingt für alle drei Aufnahmen nur eine panchromatische (d. h. für alle Farben empfindliche) Plattensorte verwenden, empfehlen andere für jedes Filter eine entsprechend sensibilisierte, also drei verschiedene Plattensorten. Die erste Methode, mit nur einer Plattensorte zu arbeiten, soll den Vorteil haben, dass die erhaltenen Negative ganz gleichartig in bezug auf ihren Charakter und die Gradation sind. Ein Nachteil dieser Methode ist, dass kleine Fehler der Filter hier viel schwerer ins Gewicht fallen, als wenn man hinter jedem Filter eine besonders sensibilisierte Platte verwendet. Ein Beispiel wird dies erläutern. Lässt das Grünfilter etwas Orangerot durch, so wird das sehr störend wirken, wenn wir eine panchromatische, also auch für Rot empfindliche Platte hinter dem Grünfilter exponieren. Verwendet man aber eine Platte, die nur für den Teil des Spektrums empfindlich ist, der vom Grünfilter durchgelassen werden soll, also für Grün, Gelb und Blau, so schadet das Rot, welches das fehlerhafte Filter durchlässt, nicht, weil die Platte überhaupt nicht für Rot empfindlich ist.

Die zweite Methode, mit drei verschiedenen Plattensorten zu arbeiten, hatte dagegen bisher den Nachteil, dass die drei Teilnegative häufig etwas ungleich in ihrem Charakter ausfielen, auch dann, wenn man Platten von einer und derselben Mutteremulsion benutzte. Durch den Zusatz der als Sensibilisator wirkenden Farbstoffe wird nämlich die Gradation der Platten meist nicht unerheblich geändert. Noch viel mehr ist das der Fall, wenn man die Platten durch Baden in den Farblösungen selbst sensibilisiert.

So gibt das für Gelb und Gelbgrün sensibilisierende Erythrosin leicht harte, das für Gelb und Rot sensibilisierende

Cyanin sehr flaue Negative. Verschiedene Sensibilisatoren, die der gleichen chemischen Farbstoffklasse angehören, verhalten sich jedoch vollkommen gleichartig, wir wir später noch sehen werden.

Für das Arbeiten mit drei Plattensorten kann man verwenden:

1. hinter dem Blaufilter eine gewöhnliche, nicht orthochromatische Trockenplatte,
2. hinter dem Grünfilter eine sogenannte orthochromatische, d. h. gelb-grün empfindliche Platte des Handels,
3. hinter dem Rotfilter eine rot-gelb empfindliche Platte; als solche sind in erster Linie die mit Pinachrom oder Pinacyanol präparierten Platten zu empfehlen, über die weiter unten näheres mitgeteilt wird.

Was die unter 2 genannten orthochromatischen Platten anlangt, so sind viele der unter dieser Bezeichnung in den Handel kommenden Platten so wenig gelb-grün empfindlich, dass sie für die Dreifarbenphotographie ganz unbrauchbar sind, es sei denn, dass man sehr dunkle, die Belichtungszeit stark verlängernde Filter wählt. Das Grünfilter, dessen Darstellung oben beschrieben wurde, ist, wie erwähnt, für Orthochrom- oder Pinachromplatten abgestimmt und auch noch für die besten orthochromatischen Platten des Handels, Viridin-, Color-, Perortoplatten oder diesen gleichstehende Marken recht gut brauchbar.

Welcher von beiden Methoden, eine Plattensorte oder drei Plattensorten man den Vorzug geben soll, ist schwer zu sagen. Autoritäten wie die Gebr. Lumière verwenden zur Herstellung ihrer prachtvollen Photographien in natürlichen Farben drei verschiedene Plattensorten, während Prof. Miethe seine schönen Aufnahmen mit einer einzigen Platte macht. Man kommt also nach beiden Methoden zum Ziel.

Seitdem in letzter Zeit in der Herstellung panchromatischer

Emulsions-Platten bedeutende Fortschritte gemacht sind, wird es sich, wenigstens für den Anfänger, am meisten empfehlen, für alle drei Aufnahmen diese Platten zu verwenden, obgleich sie an Rotempfindlichkeit meist viel zu wünschen übrig lassen. Wer auf kurze Expositionszeiten Wert legt und gleichzeitig möglichst vollkommene Resultate erzielen möchte, der ist allerdings auf die Verwendung von Badeplatten angewiesen.

Der Verfasser benutzt bei seinen Dreifarbenaufnahmen meist für das Blaufilter eine gewöhnliche nicht orthochromatische Trockenplatte, für Grün- und Rotfilter eine Pinachrombadeplatte, die an Grün- und Rotempfindlichkeit die Erythrosin- und die käuflichen panchromatischen Emulsionsplatten ganz bedeutend übertrifft.

Für die Rotfilteraufnahmen sind Pinacyanolbadeplatten noch vorzuziehen (s. u.).

Soll man, wenn man sich entschlossen hat, mit nur einer Plattensorte zu arbeiten, nur einen einzigen Plattenstreifen verwenden und auf diesen alle drei Aufnahmen nebeneinander machen, oder drei einzelne (natürlich gleichartige) Platten? Ersteres bietet unzweifelhaft für den Geübten eine gewisse Bequemlichkeit; solange man aber seiner Sache nicht ganz sicher ist, wird man oft genötigt sein, eine oder die andere Teilaufnahme etwas länger, etwas härter oder etwas weicher zu entwickeln. Solch' individuelle Behandlung der einzelnen Aufnahmen fällt natürlich beim Arbeiten mit einer Platte weg.

Sensibilisatoren[1]).

Wie schon erwähnt, besitzen die käuflichen in der Emulsion mit Äthylrot oder Pinachrom gefärbten Platten lange nicht die Empfindlichkeit der Badeplatten. Eine Erklärung dafür vermag man zurzeit noch nicht zu geben.

1) Siehe auch Phot. Mitt. 1905, 327.

Erfahrungsgemäss sind Badeplatten etwa 3 bis 4mal empfindlicher für Rot als die in der Emulsion gefärbten Platten, gleiche Mutteremulsion vorausgesetzt; merkwürdigerweise ist aber der Unterschied in der Grünempfindlichkeit nicht so gross. Wer Porträts oder Landschaften aufnehmen will, ist also auf das Selbstsensibilisieren der Platten angewiesen.

Für die Herstellung panchromatischer, besonders rot- und grünempfindlicher Badeplatten sind Äthylrot, Orthochrom und Pinachrom den älteren Sensibilisatoren Azalin, Cyanin, Isochinolinrot usw. soweit überlegen, dass diese letzteren für die Praxis heutzutage gar nicht mehr in Betracht kommen können. Äthylrot, Orthochrom und Pinachrom sind der Klasse der Isocyanine angehörende Farbstoffe. Sie unterscheiden sich dadurch, dass Äthylrot die rötlichste, Pinachrom die bläulichste Nuance besitzt. Alle drei Farbstoffe geben nahezu die gleiche Empfindlichkeit für Grün; für Rot sensibilisiert Pinachrom bei weitem am besten, Äthylrot am schlechtesten.

Das Pinachrom ist bisher durch keinen Farbstoff der Isocyaninreihe übertroffen worden und genügt tatsächlich fast immer den Anforderungen, die man in der Praxis an einen Sensibilisator für die Dreifarbenphotographie stellt. Allerdings gelingt es auch mit dem Pinachrom zuweilen nicht, eine befriedigende Wiedergabe dunkelroter Nuancen zu erzielen. In solchen Fällen ist die Verwendung des Pinacyanols angezeigt, das mit den guten photographischen Eigenschaften des Pinachroms ein sehr weit ins Rot reichendes Sensibilisierungsvermögen verbindet. Das Pinacyanol liefert, wie das Pinachrom angewandt, völlig klar arbeitende, lange haltbare Platten von ausserordentlicher Rotempfindlichkeit. Zur Herstellung panchromatischer Platten ist das Pinacyanol allerdings nicht geeignet, weil ihm das Sensibilisierungsvermögen für Grün fast völlig abgeht. Auch Mischungen mit anderen Farbstoffen gaben uns keine guten Resultate. Wenn

das Pinacyanol auch kein eigentliches Isocyanin ist, so teilt es doch mit diesen Farbstoffen die gute Eigenschaft, die Gradation der Platten nicht merklich zu beeinflussen.

Die Anwendungsart aller Isocyanine ist die gleiche. Auffallenderweise lassen sich nicht alle Plattensorten des Handels gleich gut und schleierfrei mit diesen Farbstoffen sensibilisieren. Manche sonst völlig klar arbeitende, anerkannt vorzügliche Platten geben beim Sensibilisieren mit Isocyaninen stets intensiven Schleier. Gute Resultate gaben uns Seed-, Schattera-, Polybromat-, Lumière-, Sachs-, Lomberg- und Jouglaplatten, doch wird es unzweifelhaft noch viele andere Marken geben, die sich für unsere Zwecke eignen. Das Sensibilisieren der Platten geschieht in folgender Weise:

1 *g* Pinachrom wird in ca. 100 *ccm* Alkohol in der Wärme gelöst und die Lösung mit 600 *ccm* Alkohol und ca. 300 *ccm* destilliertem Wasser auf 1 Liter verdünnt. Statt dessen kann auch die fertig in den Handel kommende Pinachrom-Lösung 1:1000 verwendet werden. Die Lösungen des Farbstoffes müssen im Dunkeln aufbewahrt werden und sind dann unbegrenzt haltbar.

Das Sensibilisierungsbad besteht aus:

3—4 *ccm* Pinachromlösung 1:1000
200 *ccm* destilliertem Wasser.

In dieser Lösung werden die Platten unter beständigem Schaukeln im absolut Dunkeln 3—4 Minuten lang gebadet, dann 2—3 Minuten in fliessendem oder öfters gewechseltem Wasser gewaschen.

Setzt man dem Farblack Ammoniak zu, so sind die Platten nicht merklich empfindlicher, aber viel weniger haltbar. In dem oben angegebenen Bade sollten nicht mehr als vier 9×12-Platten sensibilisiert werden.

Sehr wesentlich ist das möglichst schnelle Trocknen der Platten. Das geschieht, wenn man sehr viele Platten zu

trocknen hat, am besten durch einen kräftigen Luftstrom, den man mittels eines Wasserstrahlgebläses oder eines kleinen, etwa elektrisch betriebenen Ventilators erzeugt. Die Luft lässt man zweckmässig zuerst durch ein mit Chlorcalcium gefülltes Gefäss und darauf durch eine längere Schicht Watte streichen, um sie von Feuchtigkeit und Staub zu befreien. Die Platten werden in einem gut schliessenden Blechschränkchen aufgestellt, das auf der dem Lufteingang entgegengesetzten Seite eine Öffnung für den Austritt der Luft besitzt. In einem solchen Schränkchen können die Platten bei gutem Luftzug in 15—30 Minuten getrocknet werden und sind dann mindestens 5—6 Monate lang haltbar.

Für denjenigen, dem die Beschaffung eines solchen Ventilationsschränkchens nicht möglich ist, genügt es auch vollkommen, die Platten ohne Luftzug in einem Blechkasten zu trocknen, in den man je nach Grösse eine oder mehrere Schalen mit entwässertem Chlorcalcium stellt. Der Kasten soll von Blech oder doch mit Blech ausgeschlagen sein, da in einem Holzkasten der porösen Wände wegen das Trocknen viel langsamer erfolgt. Man kann das Trocknen in diesem Blechkasten sehr beschleunigen, wenn man auch über den Platten in geeigneter, sicherer Weise eine Schale mit Chlorcalcium aufstellt. Feuchte Luft ist bekanntlich leichter als trockne, steigt in die Höhe und wird durch das im oberen Teile des Kastens befindliche Chlorcalcium viel schneller entwässert, als wenn dieses sich nur am Boden befindet. Im Winter stellt man den Kasten in ein warmes Zimmer.

Ganz besonders empfehlenswert ist eine Sensibilisierungsmethode, die Freiherr von Hübl dem Verfasser mitteilte. Man verwendet danach zum Baden der Platten verdünnten Alkohol. Die Vorteile, die diese Methode bietet, bestehen darin, dass die in verdünnt alkoholischer Lösung sensibilisierten Platten schneller trocknen und durchschnittlich sauberer sind als die in wässrigen Lösungen gebadeten, dass

das Waschen wegfällt und dass auch bei grosser Sommerhitze der verdünnte Alkohol die Gelatineschicht der Platten lange nicht so stark erweicht als Wasser. Das Sensibilisierungsbad besteht aus:

200 *ccm* destilliertem Wasser
100 *ccm* Alkohol
4—6 *ccm* Orthochrom- oder Pinachromlösung 1:1000

oder

3—4 *ccm* Pinacyanollösung 1:1000.

Die Platten werden 3—4 Minuten gebadet, nicht gewaschen und kommen nach gutem Abtropfen direkt in den Trockenschrank.

Es ist nicht nötig, reinen Alkohol zu verwenden; mit Holzgeist oder dgl. denaturierter Spiritus genügt vollkommen. Im Gegensatz zu den wässrigen Farbbädern lassen sich die alkoholisch-wässrigen einige Wochen — natürlich im Dunkeln — unverändert aufbewahren. Das ist von besonderer Wichtigkeit, wenn man die Platten nicht in Schalen, sondern, eine grössere Anzahl auf einmal, in Glaswannen sensibilisiert, die ein ziemlich grosses Quantum von Sensibilisierungslösung erfordern, so dass der darin enthaltene Farbstoff nicht so bald ausgenutzt wird.

Bekanntlich verwenden die Reproduktionsanstalten für ihre orthochromatischen und Dreifarbenaufnahmen meist nicht Gelatinetrockenplatten, sondern Kollodiumemulsionsplatten, die immer erst kurz vor der Verwendung gegossen werden. Die Bromsilberkollodiumemulsion wird durch Zusatz geeigneter Farbstoffe sensibilisiert und diese selbstgegossenen Platten stellen sich sehr billig. Leider ist die Lichtempfindlichkeit ausserordentlich viel geringer als die der Gelatinetrockenplatten. Immerhin ist aber speziell für Reproduktionen, Interieurs, Stillleben usw. die Verwendung von Kollodiumplatten sehr empfehlenswert. Ausser der Billigkeit haben die Kollo-

diumplatten den Vorteil, dass sie sehr klar arbeiten, in wenigen Augenblicken fixiert und gewaschen und ebenso schnell getrocknet sind. Bromsilberkollodiumemulsion ist im Handel zu haben, ebenso die fertigen Sensibilisierungslösungen, so dass wir hier darauf verzichten können, nähere Details zu geben. Als Sensibilisatoren eignen sich für das Grünfilter Eosin, Dibrom- und Monobromfluoresceïn, für das Rotfilter Äthylcyanin, Pinacyanol und Dicyanin.

Exposition und Entwicklung.

Sind die Filter fertiggestellt und die Platten präpariert, so geht man zunächst an die Bestimmung des Expositionsverhältnisses der drei Filter. Am besten wählt man als Aufnahmeobjekt folgende Zusammenstellung: eine rein weisse Gipsfigur, eine Farbtafel mit möglichst satten roten, gelben, grünen und blauen Farben, und schliesslich eine Grauskala, die die Beurteilung der Gradation der Negative sehr erleichtert. Da ein neutrales Grau nur ein lichtschwaches Weiss ist, reflektiert es alle Strahlen gleichmässig und die Wiedergabe verschieden tiefer grauer Töne hängt nur von der Gradation der verwendeten Platten, nicht etwa von den Filtern oder der Sensibilisierung ab. Zweckmässig benutzt man als Grauskala ein Stück mattes Bromsilber- oder Platinpapier, das durch Verschieben eines Pappstreifens während der Belichtung mehrere Abstufungen von Grau ergibt. Ebensogut wie die Grauskala ist ein zu einem Ball zusammengedrücktes weisses Tuch oder Papier.

Der Einfachheit halber wollen wir annehmen, dass hinter allen drei Filtern Pinachrombadeplatten verwendet werden.

Um das Expositionsverhältnis genau feststellen zu können, wählt man einen Tag mit möglichst konstantem Licht, also ganz blauem Himmel, wo die Helligkeit und die Zusammensetzung des Tageslichts nicht von Aufnahme zu

Aufnahme wechselt. Das Bild wird auf der Mattscheibe hinter dem Rotfilter eingestellt, da dieses optisch am hellsten ist. Man blendet dann stark ab, um die relativen Expositionszeiten mit möglichster Genauigkeit feststellen zu können.

Hinter unserem Blaufilter wird man etwa 4—5mal solange belichten müssen, als ohne Filter bei sonst ganz gleichen Verhältnissen; hinter dem Grünfilter belichtet man bei Verwendung von Badeplatten etwa 3—4mal solange wie hinter dem Blaufilter, und hinter dem Rotfilter etwas kürzer als hinter dem Grünfilter. In der Emulsion gefärbte panchromatische Platten erfordern bedeutend längere Expositionszeiten, besonders für das Rotfilter. Die drei Aufnahmen werden gleich lange entwickelt und die erhaltenen Negative müssen die Gipsbüste und die Grauskala möglichst gleich wiedergeben. Die Lichter sollen gleich gedeckt, die Schatten gleich stark durchgearbeitet, die Streifen der Grauskala gleich abgestuft sein.

Für die Bestimmung des Expositionsverhältnisses ist allein das Bild der Gipsbüste und der Grauskala massgebend. Jeder in der Schwarzphotographie einigermassen Bewanderte wird sofort erkennen, welches Negativ etwa über- oder unterexponiert ist und wird danach bei einem zweiten Versuch sehr bald die richtigen Expositionszeiten treffen. Verwendet man für die Grün- und Rotfilteraufnahme die früher erwähnten Rapid-Lichtfilter, so ist das Expositionsverhältnis blau: grün: rot etwa = 1 : 2 : 2. Da das Blaufilter die Exposition auf etwa das Vierfache verlängert, beträgt die Gesamtbelichtungszeit, auf die es doch allein ankommt, 20, wenn die Belichtungszeit für eine gewöhnliche Aufnahme ohne Filter gleich eins gesetzt wird. Käufliche Filter anderer Provenienz, bei denen das Expositionsverhältnis vielleicht mit 1 : 1 : 3 angegeben ist, erfordern nach den Erfahrungen des Verfassers häufig für Blau eine ausserordentlich lange Exposition, die etwa das 15—20fache der Expositionszeit ohne Filter beträgt. Berechnet man da-

nach wieder die Gesamtexpositionszeit für eine Dreifarbenaufnahme, so ergibt sich diese zu $15 \times (1 + 1 + 3) = 75$. Man sieht daraus, dass die blosse Angabe des Expositionsverhältnisses keinen Massstab für die Leistungen eines Filtersatzes abgibt, und dass solche Angaben nur geeignet sind, den Käufer irre zu führen.

Das gefundene Expositionsverhältnis merkt man sich genau. Es ist, die stete Verwendung der gleichen Plattensorte vorausgesetzt, bei hellem Wetter durchaus konstant. Bei bedecktem Himmel und namentlich bei nebligem, trübem Wetter, wo die roten und grünen Strahlen überwiegen, kann man dagegen oft Enttäuschungen erleben und wähle daher stets helle Tage mit normalem Licht für die ersten Aufnahmen. Wir werden später bei der Besprechung des Chromoskops sehen, wie man sich in einfacher Weise von der Qualität des jeweils herrschenden Tageslichtes überzeugen kann. Ein Filtersatz, der bei sonnigem Wetter und blauem Himmel die Expositionszeiten 1 : 3 : 3 erforderte, ergibt bei bedecktem Himmel häufig die relativen Expositionszeiten 1 : 2 : 2.

Das Bild der gleichzeitig mit der Gipsfigur und der Grauskala photographierten Farbentafel zeigt, ob die Filter richtig wirken. Es soll bei der Aufnahme hinter dem Blaufilter Violett und Ultramarin stark und bläulich rot mässig gedeckt sein. Grün, Gelb, Orange und Gelbrot dürfen nicht gewirkt haben. Bei der Aufnahme hinter dem Grünfilter soll Bläulichgrün (Schweinfurter Grün), Chromgelb und Gelbgrün sehr stark, Ultramarin weniger und Orange noch weniger gedeckt sein, während Rot glasklar erscheint. Das hinter dem Rotfilter exponierte Negativ soll Gelb und Orange sehr stark, Rot etwas schwächer und Grün wenig gedeckt zeigen, während Ultramarin glasklar erscheinen muss. Weiss ist selbstverständlich auf allen drei Negativen stark gedeckt, Schwarz glasklar.

Stimmen die Negative nicht mit diesen Forderungen überein, so sind die Filter unrichtig. Es wird sich aber höchstens einmal ein Fehler bei der Grünaufnahme zeigen, wenn das Filter nicht mit genügender Sorgfalt präpariert war. Ist Blau zu stark, Grün und Gelb zu schwach gekommen, so muss man das Filter etwas gelber oder dunkler nehmen; ist das Blau zu schwach, so enthält das Filter zuviel Gelb oder es ist zu dunkel. Im einen wie im anderen Falle kann leicht Abhilfe geschaffen werden. Theoretisch sollte ein dunkles, bläuliches Rot auf der Blaufilteraufnahme stark gedeckt sein, damit es auf dem farbigen Bilde später nicht zu gelb erscheint. In der Tat ist es aber unmöglich, bei der Blaufilteraufnahme dieses Resultat zu erzielen. Selbst wenn man mit einem geeigneten Filter lange genug exponieren würde, um dieses Rot zur Wirkung zu bringen, das Gelb, das gerade ausgelöscht werden soll, wird immer zu stark wirken, weil alle gelben, in der Natur vorkommenden Farben sehr viel Rot (und Grün) enthalten.

Was das Entwickeln betrifft, so kann man jeden guten, klar arbeitenden Entwickler verwenden, vermeide aber zu hart arbeitende Präparate, zu denen in erster Linie Hydrochinon gehört. Besonders gute Resultate liefert uns ein Para-Amidophenolentwickler folgender Zusammensetzung:

Lösung I: 15 *g* salzsaures Para-Amidophenol
45 „ Natriumsulfit wasserfrei (oder 90 *g* krist.)
500 „ Wasser.
Lösung II: 70 *g* Potasche
500 „ Wasser.

Das salzsaure Paraamidophenol wird zunächst in wenig Wasser gelöst und dann die Natriumsulfitlösung zugegeben, wodurch sich die Paraamidophenolbase kristallinisch abscheidet. Lösung I muss, da das Paraamidophenol sich beim Stehen zu Boden setzt, vor dem Gebrauch gut aufgeschüttelt

werden. Man mischt dann 20 *ccm* I 20 *ccm* II 100 *ccm* Wasser. Die Entwicklung dauert etwa $2^1/_2$—$3^1/_2$ Minuten.

Auch der Amidolentwickler ist für unsere Zwecke sehr zu empfehlen.

Die rotempfindlichen Pinachromplatten, die schon bei der Herstellung und beim Einlegen in die Kassetten sorgfältig gegen rotes Licht geschützt wurden, müssen durchaus im völlig dunklen Raum, weit entfernt von jeder roten Lichtquelle, in den Entwickler gelegt werden. Erst nach einer Minute etwa darf man die Entwicklungsschale flüchtig näher an das rote Licht bringen, ohne aber die Platte aus dem Entwickler herauszunehmen; sonst ist absolutes Verschleiern die unmittelbare Folge. Der Amidolentwickler scheint die Rotempfindlichkeit der Pinachromplatten stark herabzusetzen; jedenfalls braucht man bei Verwendung dieses Entwicklers mit dem roten Licht nicht so vorsichtig zu sein. Da man bei der Farbenphotographie an ein genaues Innehalten der richtigen Expositionszeiten mehr gebunden ist als bei gewöhnlichen Aufnahmen, ist das Verfolgen der Entwicklung hier viel weniger wichtig; man wird sehr bald herausfinden, wie lange man seine Platte mit dem gewählten Entwickler hervorrufen muss. Langes „Quälen“ der Platten, um bei Unterexposition noch möglichst viel aus der Platte „herauszuholen“, ist bei der Dreifarbenphotographie gänzlich verfehlt; man wiederhole lieber die Aufnahme.

Der Charakter der Negative muss je nach dem später anzuwendenden Kopierverfahren verschieden sein; so erfordert das Verfahren der N. P. G. äusserst zarte, die Pinatypie kräftigere Negative. Niemals aber dürfen die Negative hart sein und übermässige Deckung in den Lichtern zeigen.

Man gehe nun nicht gleich dazu über, etwa Porträts oder Landschaften aufzunehmen, sondern versuche sich zunächst an Blumenstücken oder Stillleben, bei denen neben einigen lebhaften Farben auch weiss vertreten ist. Die Be-

leuchtung der aufzunehmenden Gegenstände soll weich sein, man vermeide grelle Reflexlichter, die leicht zu falschen Farbtönen führen. Sind solche Bilder gelungen, so mag man sich an Porträts oder Landschaften wagen. Bei Landschaftsaufnahmen, namentlich hell beleuchteten, macht die Wiedergabe des Grüns oft Schwierigkeiten. Nach den Erfahrungen des Verfassers und anderer ist es vorteilhaft, sich bei solchen Aufnahmen nicht des oben beschriebenen subtraktiven, sondern eines additiven Filters für Grün zu bedienen. Dieses Filter, dessen Herstellung auf Seite 77 beschrieben ist, erfordert zwar eine etwa um die Hälfte längere Expositionszeit, liefert jedoch ein im Grün besser gedecktes Negativ. Der Fehler, den die Verwendung eines additiven Grünfilters statt eines subtraktiven bedingt, die zu rötliche Wiedergabe eines reinen Blaus, fällt bei Landschaftsbildern nicht ins Gewicht.

Bei allen Dreifarbenaufnahmen bedenke man, dass unser Auge gegen feine Farbenunterschiede sehr viel empfindlicher ist als gegen Helligkeitsunterschiede. Bekanntlich gibt die Photographie die Schatten stets viel zu dunkel wieder, daran haben wir unser Auge aber gewöhnt und es fällt uns nicht ein, ein Bild zu bemängeln, weil irgend ein Gegenstand darin ein wenig zu dunkel oder zu hell erscheint. Ganz anders bei der Farbenphotographie. Mässig dunkle und lebhafte Farben werden zwar stets gut wiedergegeben, lichte, zarte Mischfarben, wie die Gesichtsfarbe oder ein helles Grau bereiten aber oft grosse Schwierigkeiten, weil bei solchen schon ein geringes Überwiegen einer Grundfarbe stark auffällt. Expositionszeit und Kopiergrad müssen genau getroffen sein, wenn die Resultate gut ausfallen sollen, sonst kann es passieren, dass ein reines, lichtes Grau rötlich oder die Gesichtsfarbe bei Porträts womöglich grünlich erscheint! Das sind Schwierigkeiten, die nur allmählich durch Übung überwunden werden.

Die Teilnegative können natürlich ebenso wie jedes

andere gewöhnliche Negativ abgeschwächt oder verstärkt werden. Zuweilen werden die Lichter allzu stark gedeckt sein, während der übrige Teil des Negativs gerade recht ist, dann ist das Negativ zu hart und die Abschwächung mit Ammoniumpersulfat am Platze, das bekanntlich zuerst die schwärzesten Stellen des Negativs angreift. Ist das ganze Negativ zu dünn, zeigt aber alle Details, so kann man zur Verstärkung schreiten; so gelingt es öfters, die drei Negative, wenn man nicht zu grosse Expositionsfehler gemacht hat, noch in Ordnung zu bringen. Besser ist es natürlich immer, wenn die Negative ohne weiteres brauchbar sind.

Um den Umfang dieses Buches nicht unnötig zu vergrössern, geben wir für die jedem geläufigen Operationen, wie Verstärken, Abschwächen etc, keine Vorschriften, da diese in jedem photographischen Rezeptbuch leicht nachgelesen werden können.

Die Retusche der Negative soll sich auf vorsichtiges Korrigieren von Plattenflecken und Fehlern beschränken. Man vermeide zumal im Anfang jede eigentliche Retusche, deren Wirkung zu beurteilen erst nach längerer Erfahrung möglich ist.

Auf die Dunkelkammerbeleuchtung muss ganz besondere Sorgfalt verwandt werden. Die käuflichen Rubinglasscheiben sind durchaus nicht immer sicher und wenn sie sicher sind, häufig so dunkel, dass man gerade so gut eine Schiefertafel an ihrer Stelle verwenden könnte. Am besten stellt man sich selbst auf folgende Weise Rotscheiben her, die mit Sicherheit kein Gelb, Grün oder Orange durchlassen. In der im Kapitel „Filter“ beschriebenen Weise überziehe man eine Glasplatte mit folgender Lösung:

8 *g* Gelatine
100 *g* Wasser
0,8 *g* reines Tartrazin.

Auf je 100 *qcm* Plattenoberfläche kommen 8—10 *ccm* der

Farbgelatine. Eine zweite gleichgrosse Glasscheibe wird mit Kristallviolett gefärbt nach folgender Vorschrift:

2 *g* Kristallviolett

werden unter Zusatz von

5 – 6 Tropfen Essigsäure
in 50 *ccm* Wasser gelöst.

Auf 100 *ccm* 6%iger Gelatinelösung kommen 7—8 *ccm* Farblösung. Von dieser Farbgelatine giesst man ca. 8 *ccm* auf je 100 *qcm* Glasoberfläche.

Nach dem Trocknen werden die beiden Glasscheiben mit den Schichtseiten aufeinander gelegt und an den Rändern mit Papier oder Stoff umklebt. Diese kombinierte Rotscheibe wird zum Verglasen der Dunkelkammerlaterne benutzt und lässt nur Rot vom äussersten Ende des Spektrums durch, gegen das die panchromatischen Platten verhältnismässig wenig empfindlich sind. Man sei aber auch mit diesem Lichte sehr vorsichtig, bringe die Platten nie in seine unmittelbare Nähe und vermeide es unbedingt, die trocknen Platten demselben auch in grösserer Entfernung, länger als ein paar Sekunden auszusetzen. Der Innenraum der Laterne muss recht gross sein, damit die Flamme die Glasscheibe nicht zu stark erhitzt, wodurch Gelatine und Farbstoff zerstört werden. Ähnliche aus gefärbten Gelatinefolien bestehende Lichtfilter für Dunkelkammerbeleuchtung sind im Handel zu haben. Demjenigen, der elektrisches Licht zur Verfügung hat, seien die von der Firma Schuch in Worms nach Angabe von Dr. Stenger fabrizierten, äusserst praktischen Lampen empfohlen. Die Glühbirne ist von einem Glaszylinder umgeben, dieser von einer mit Gewinde versehenen Glasglocke. Der Raum zwischen Zylinder und Glasglocke wird mit einer geeigneten wässerigen Farbstofflösung gefüllt. Diese Lampen haben sich auch bei längerem Gebrauch im Laboratorium des Verfassers vorzüglich bewährt.

Um spätere unliebsame Verwechslungen zu vermeiden,

unterscheidet man die Negative am besten in der Weise, dass man das hinter dem Blaufilter aufgenommene mit Gelb das hinter dem Grünfilter aufgenommene mit Rot und das hinter dem Rotfilter aufgenommene mit Blau bezeichnet. Man schreibt am sichersten die betreffenden Worte schon vor der Belichtung mit Bleistift auf eine Ecke der Platte. Die Bleistiftschrift lässt sich auf dem fertigen Negativ noch sehr gut erkennen.

Da gut gelungene Dreifarbennegative unter Umständen recht wertvoll sind, lackiere man die Negative stets, um sie gegen mechanische Verletzungen möglichst zu schützen.

Das Kopieren der Teilnegative.

Von den drei Negativen müssen jetzt drei einfarbige Positive erzeugt und in geeigneter Weise zur Deckung gebracht werden. Als Kopierverfahren werden fast stets die Verfahren angewandt, die auf der Lichtempfindlichkeit von chromsauren Salzen bei Gegenwart von organischen Substanzen beruhen und die je nach der Art der organischen Substanz als Pigmentdruck, Gummidruck, Pinatypie, Einstaubverfahren usw. bezeichnet werden. Ein ganz originelles Kopierverfahren ist die Pinachromie, von der später die Rede sein wird.

Sehr schöne Resultate liefert ohne Zweifel die von den Gebr. Lumière ausgearbeitete und mit allen Details genau veröffentlichte Methode.

Leider ist diese Methode äusserst subtil und erfordert soviel Geschicklichkeit und Ausdauer, dass der Durchschnitts-Amateur, noch mehr aber der Fachmann, dem die nötige Zeit nicht zu Gebote steht, meist daran verzweifeln wird.

Das Lumièresche Verfahren sei hier nur kurz beschrieben; wer sich für die Einzelheiten interessiert, kann diese einer

kleinen, von den Gebr. Lumière verfassten Broschüre entnehmen.

Eine Bichromat-Gelatinemischung wird auf Papier aufgetragen, das durch einen Überzug von Kollodium und Spirituslack unausdehnbar gemacht ist. Letzteres ist äusserst wichtig, denn bei Verwendung gewöhnlichen Papiers als Unterlage für die Bichromatgelatine erhält man niemals Teilbilder, die sich genau decken, weil das Papier sich unter dem Einfluss der Chromgelatineschicht sehr stark verzieht. Auf dieses unausdehnbare Bichromatgelatinepapier werden die drei Negative kopiert, die Schichten auf Glas übertragen und mit warmem Wasser entwickelt, genau wie Pigmentbilder. Die erhaltenen Gelatinereliefs werden dann mit passenden Farbstoffen gefärbt. Soweit geht die Sache ganz glatt. Jetzt müssen aber die auf den Glasplatten haftenden Bilder nacheinander auf dieselbe Unterlage übertragen werden. Dabei passiert es gar zu leicht, dass sich ein Bild einmal nicht von seiner Glasunterlage trennen will, oder dass Reste des zu übertragenden Bildes an der temporären Unterlage kleben bleiben, und was dergleichen Missgeschicke mehr sind. Die Teilbilder werden mit Gelatine übereinandergeklebt und können sowohl auf Glas wie auf Papier übertragen werden. Letzteres ist ganz besonders schwierig, weshalb auch gewöhnlich nur Diapositive nach dem Lumièreschen Verfahren hergestellt werden.

Verhältnismässig einfach ist das Sanger-Shepherdsche Kopierverfahren, das Dr. Hesekiel in Deutschland eingeführt hat. Man verfährt danach folgendermassen: Von dem mit dem Rotfilter aufgenommenen Blaunegativ wird ein gewöhnliches, schwarzes Diapositiv gemacht und dieses in bekannter Weise in ein Berlinerblau-Bild übergeführt. Auf diesem blauen Diapositiv werden die beiden anderen Teilbilder befestigt, zu deren Herstellung Rollfilms dienen, die durch Baden in Bichromatlösung sensibilisiert wurden. Die sensibili-

sierten Films werden von der Rückseite unter dem Rot- und Gelbnegativ belichtet, mit warmem Wasser entwickelt, das Bromsilber der Films durch Fixieren entfernt und die erhaltenen farblosen Gelatinebilder mit geeigneten Farbstoffen angefärbt. Durch den Kniff, die Films von der Rückseite zu belichten, ist die heikle Übertragung der Teilbilder vermieden. Leider erlaubt diese Methode nur die Herstellung von Diapositiven; auch leidet die Schärfe etwas, wenn man nicht sehr dünne Zelluloidfolien verwendet, die wiederum, wenn sie gar zu schwach sind, die Gefahr mitbringen, dass die Bilder sich verziehen, weil die an den verschiedenen Stellen des Bildes verschieden dicke Chromgelatineschicht den dünnen Film ungleichmässig zusammenzieht. Dann decken sich die Filmbilder natürlich nicht mit dem blauen Diapositiv. Immerhin ist diese Methode zu empfehlen und wird vielfach benutzt.

Da über die genaueren Details der Hesekielschen Methode nichts veröffentlicht ist, hat der Verfasser unter teilweiser Benutzung Lumièrescher Rezepte ein Verfahren ausgearbeitet, das jeden in den Stand setzt, sich sowohl das Kopiermaterial wie die Farblösungen für die Dreifarbenphotographie selbst herzustellen. Was zunächst das Blaubild betrifft, so kann dieses entweder in gleicher Weise wie die anderen Teilbilder mittels eines zu färbenden Zelluloidfilms oder als Berlinerblau-Diapositiv hergestellt werden. Das Überführen eines Silberdiapositivs in ein Berlinerblau-Bild gelingt am besten auf folgende Weise: Das klar und weich entwickelte, gut fixierte und mindestens $^1/_2$ Stunde gewaschene Diapositiv wird in folgende Lösung gelegt:

0,5 *g* Ammoniumferridoxalat
0,5 *g* Ferricyankalium
5 *ccm* Essigsäure (Eisessig)
100 *ccm* Wasser.

In dieser Lösung nimmt das Bild schnell einen blauen

Ton an, man wäscht dann kurze Zeit, entfernt Silberverbindungen durch Einlegen in ein gewöhnliches saures Fixierbad und wäscht wiederum anhaltend. Da durch das meist schwach alkalische Wasser der Ton des Bildes mehr rötlich wird, legt man das Diapositiv nach dem Waschen 1—2 Minuten lang in sehr verdünnte (1—2 %ige) Salzsäure. Die Färbung geht dabei in ein lebhaftes, grünliches Blau über. Man wäscht nun in mehrmals gewechseltem destillierten Wasser und trocknet.

Zur Herstellung der Teilbilder mittels Chromgelatine-Films verfährt man in folgender Weise: Alte unbrauchbar gewordene Rollfilms werden durch fünf Minuten langes Baden in einer 3—4 %igen Lösung von Kalium- oder Ammoniumbichromat sensibilisiert und im Dunkeln getrocknet Welches der beiden Salze man verwendet, ist ziemlich gleichgültig. Jedoch nicht alle Filmsorten eignen sich für unseren Zweck, da bei sehr vielen Marken die Schicht so stark gegerbt ist, dass sie sich in warmem Wasser nicht mehr auflöst. Man überzeuge sich also, bevor man die Films sensibilisiert, ob die Schicht sich beim Behandeln mit warmem Wasser leicht und vollständig löst. Neuerdings kommen Films mit für diesen Zweck besonders präparierter, leicht löslicher Schicht in den Handel. Man kann sich jedoch auch ohne grosse Mühe selber derartige Films herstellen.

Von alten unbrauchbaren Rollfilms, deren Celluloidunterlage sehr gut poliert sein muss, entfernt man durch Einlegen in lauwarme Sodalösung und Abreiben die Gelatineschicht, spült in reinem Wasser und quetscht die feuchten Folien auf eine genau nivellierte Spiegelglasscheibe auf, um sie mit folgender Mischung zu überziehen: 20 *g* Tischlerleim werden etwa 12 Stunden, 20 *g* Gelatine etwa 1 Stunde lang in kaltem Wasser eingeweicht, dann wird das Gewicht der gesamten gequollenen Masse mit Wasser auf 270 *g* gebracht. Man schmilzt bei gelinder Wärme, fügt 0,3 *g* Echtrot D und 35 *g*

Alkohol hinzu und filtriert durch ein Faltenfilter, welches zuvor mit heissem Wasser befeuchtet wurde. Kurz vor dem Gebrauch mischt man 100 *ccm* dieses Gelatineleims mit 25 *ccm* einer Lösung von 10 *g* Ammoniumbichromat in 75 *ccm* Wasser.

Von dieser Bichromat-Gelatinelösung giesst man bei Lampenlicht auf je 100 *qcm* Glasoberfläche 7—8 *ccm* und verteilt die Masse gut mit einem stumpfwinklig gebogenen Glasstäbchen, bevor sie anfängt fest zu werden. Die völlig erstarrten Films werden mit Nadeln auf einem Brett befestigt und im Dunkeln getrocknet. Beim Trocknen sind dieselben Vorsichtsmassregeln wie beim Trocknen des Kohlepapiers zu beachten, d. h. das Trocknen soll schnell, in reiner Luft und bei nicht zu hoher Temperatur erfolgen. Bei feuchtem kühlen Wetter ist es daher empfehlenswert, das Trocknen in einem Chlorcalciumkasten vorzunehmen. In zwölf Stunden müssen die Films getrocknet sein.

Der rote Farbstoff soll einmal bewirken, dass das Bild während des Entwickelns sichtbar wird, und soll andererseits (nach Lumière) die Entstehung eines zu hohen Reliefs verhindern, indem die rote Gelatine ein tieferes Eindringen der chemisch wirksamen Strahlen in die Schicht nicht gestattet. Offenbar erfüllt das orange gefärbte Bichromat an sich schon diesen Zweck, so dass der Echtrotzusatz nur die erste Wirkung hat.

Die so präparierten Bichromat-Gelatinefilms sind nur 1—2 Tage haltbar; die Haltbarkeit wird jedoch erhöht, wenn man der oben angegebenen Leimmischung ausser Echtrot und Alkohol noch 2 *g* saures Kaliumzitrat (auf 20 *g* Gelatine + 20 *g* Leim) zusetzt.

Man kann natürlich auch Films mit Gelatine ohne Bichromat überziehen und diese vollkommen haltbaren Films immer erst kurz vor dem Gebrauch sensibilisieren.

Die Anwendung des roten Farbstoffs ist bei diesen halt-

baren Films nicht angezeigt, da das Echtrot schon beim Sensibilisieren zum grössten Teil in das Bichromatbad übergeht. Man setzt daher der Leimlösung etwas Bromsilbergelatineemulsion zu, die man sich auf folgende Weise leicht herstellen kann:

1. 10 *g* Gelatine werden mit 100 *ccm* kaltem Wasser übergossen, 4 *g* Bromkalium hinzugefügt und das Ganze bis zur völligen Lösung im Wasserbad auf etwa 50° C. erwärmt.
2. 5 *g* Silbernitrat werden in 50 *ccm* destilliertem Wasser gelöst und diese Lösung bei Lampenlicht unter häufigem, starkem Schütteln portionsweise in die Bromkaliumgelatine eingegossen.

Die erhaltene gelblichweisse Emulsion digeriert man noch $^1/_4$ Stunde bei etwa 50° C. unter öfterem Schütteln, und giesst sie in eine flache Schale aus. Nach 5—6 Stunden langem Stehen an einem kühlen Orte ist die Emulsion zu einer festen Gallerte erstarrt. Diese wird mit einem Hornmesser in dünne Streifen geschnitten und mit recht kaltem Wasser etwa 4—5 Stunden lang unter häufiger Erneuerung des Wassers ausgewaschen. Diese sogenannten „Nudeln“ werden nun auf einem Leinentuch gesammelt, das Wasser durch leichtes Drücken möglichst entfernt und die Emulsion in einem Glaskolben unter Zusatz von 20 *ccm* Alkohol im Wasserbade geschmolzen. Zum Überziehen der Films verwendet man die oben angegebene Mischung aus 20 *g* Leim, 20 *g* Gelatine und 35 *g* Alkohol (ohne Echtrot) und fügt noch etwa 50 *ccm* der Bromsilbergelatineemulsion hinzu. Das Bromsilber hat hier nur den Zweck, weicheres Kopieren zu bewirken, es dient gewissermassen als Pigment, und seine Lichtempfindlichkeit kommt für den vorliegenden Zweck gar nicht in Betracht. Man vermeide trotzdem, die Gelatinemischung oder die fertigen Films dem Tageslicht auszusetzen, damit sie nicht zu stark anlaufen. Die Films werden vor ihrer Verwendung

genau wie die käuflichen Rollfilms in Bichromatlösung sensibilisiert und haben vor diesen den Vorzug, dass sie billiger sind und dass die Schicht stets gut löslich ist. Sind die Folien getrocknet, so wird die Zelluloidseite mit einem feuchten Tuch von anhängendem Bichromat gereinigt, das natürlich helle Flecken im Bilde erzeugen würde. Eine Verunreinigung der Gelatineseite durch Staub und dergleichen ist ohne Belang, da die obere Gelatineschicht beim Entwickeln doch aufgelöst wird. Man legt den Film nun so in den Kopierrahmen, dass die Zelluloidseite die Schichtseite des Negativs berührt. Der Kopierrahmen muss starke Federn haben, damit der Film gut an die Platte angedrückt wird, was man eventuell durch eine Zwischenlage von Filz zu erreichen sucht. Das Licht soll während des Kopierens möglichst senkrecht auf die Platte fallen, damit die zwischen Negativ und Chromatgelatine liegende Zelluloidschicht möglichst wenig Unschärfe erzeugt. Manche setzen während des Kopierens einen hohen Pappschornstein auf den Kopierrahmen, so dass dieser nur von senkrechten Strahlen getroffen werden kann. Zumal bei Verwendung dicker Films ist diese Methode sehr empfehlenswert.

Damit man später die farblosen Kopien unterscheiden kann, zeichnet man dieselben etwa so, dass man an der gelb zu färbenden alle vier Ecken lässt, an der rot zu färbenden eine und an der blau zu färbenden zwei Ecken abschneidet; vorausgesetzt, dass man diese Kopie nicht als Glasdiapositiv, wie oben beschrieben, herstellt. — Wir wiederholen nochmals: Das hinter dem Blaufilter aufgenommene Negativ gibt das Gelbbild, — das hinter dem Grünfilter aufgenommene Negativ gibt das Rotbild, — das hinter dem Rotfilter aufgenommene Negativ gibt das Blaubild.

Die Bichromatgelatine ist sehr lichtempfindlich und bei klaren Negativen und hellem zerstreuten Tageslicht wird eine Belichtung von 2—4 Minuten meist genügen. Da das Bild

während des Belichtens sichtbar wird, kann man das Fortschreiten der Lichteinwirkung verfolgen und wird bald lernen, die Zeit, eventuell unter Zuhilfenahme eines Photometers, richtig zu treffen.

Nach dem Kopieren werden die Films in Wasser von 35—40° C. entwickelt, wobei das Bild entweder mit weisser oder mit blassroter Farbe, je nach der Art des verwendeten Kopiermaterials, zum Vorschein kommt.

Die Kopien müssen alle Details des Bildes deutlich zeigen; sind nur die Schatten wiedergegeben, so hat man zu kurz belichtet, sind auch die Lichter belegt und geht die Entwicklung sehr langsam und schwer vonstatten, so war die Kopie zu lange belichtet. Man hüte sich in letzterem Falle, das Entwickeln durch heisses Wasser zu forcieren; das Zelluloid hält höhere Temperaturen nicht aus und verzieht sich unfehlbar.

Die rote Farbe des Bildes verschwindet bei längerem Wässern vollständig; man spült das entfärbte Gelatinebild mit reinem Wasser ab und lässt es, mit Nadeln auf einem Brett befestigt, trocknen. Bei Verwendung der Bromsilber enthaltenden Films muss nach dem Entwickeln das Bromsilber zunächst durch Fixieren entfernt und das nun glasklare Bild gut gewässert werden. War das Bromsilber stark grau angelaufen, so bleibt das reduzierte Silber beim Fixieren ungelöst und trübt das Bild. Man setzt dann dem Fixierbad etwas rotes Blutlaugensalz zu, verwendet aber natürlich in diesem Falle kein saures Fixierbad, sondern eine reine Lösung von gewöhnlichem Fixiernatron.

Die gut gewässerten Kopien werden, wie oben beschrieben, getrocknet.

Beim Färben der Teilbilder halten wir uns an die von Lumière gegebenen Vorschriften, die wir als die besten erkannt haben; nur das Chrysophenin verwendet man zweckmässiger in Form seines chemisch reinen Ammoniaksalzes,

da das gewöhnliche Chrysophenin des Handels zu unrein und zu schwer löslich ist.

I. Färben des Gelbbildes.

Gelbes Farbbad:

2 *g* Chrysophenin - Ammoniaksalz (Aurophenin) werden in wenig heissem, destilliertem Wasser gelöst, die Lösung mit destilliertem Wasser auf 1 *l* verdünnt und 200 *ccm* Alkohol hinzugegeben.

Da das Chrysophenin ein schwer lösliches Kalksalz bildet, ist Brunnenwasser, das bekanntlich immer mehr oder weniger kalkhaltig ist, bei der Verarbeitung des Gelbbildes sorgfältig zu vermeiden. Will man die Gelbkopie nicht von vornherein mit destilliertem oder Regenwasser entwickeln und waschen, so muss man dieselbe nach dem Entwickeln oder eventuell nach dem Fixieren und Wässern etwa 5 Minuten lang in stark verdünnte, etwa einprozentige Salzsäure legen und dann in öfters gewechseltem Regen- oder destilliertem Wasser waschen.

Erscheint die gefärbte Gelbkopie in der Durchsicht nicht völlig goldgelb und klar, sondern bräunlich und trübe, so ist das ein Zeichen, dass die Gelatineschicht kalkhaltig war.

Man bringt die durch die Salzsäure vom Kalk befreite, gewässerte und getrocknete Kopie in das oben angegebene Farbbad und bewegt dasselbe öfters. Der Färbeprozess geht sehr schnell, in etwa 15—30 Minuten, vor sich. Man spült, wenn das Bild genügend gefärbt erscheint, mit destilliertem Wasser ab und trocknet.

II. Färben des Rotbildes.

Rotes Farbbad:

100 *ccm* Wasser
  5 *ccm* 3prozentige Lösung von reinem Erythrosin.

Die trockne Kopie wird in das Farbbad gelegt. Das

Färben nimmt etwa 1—5 Stunden in Anspruch. Das genügend gefärbte Bild wird kurz mit Wasser gespült und dann, um es lichtechter zu machen, etwa 2 Minuten lang in eine Lösung von 5 *g* Kupfervitriol in 100 *g* Wasser gelegt, wiederum mit Wasser abgespült und getrocknet.

III. Färben des Blaubildes.

Blaues Farbbad:
100 *ccm* Wasser
7 *ccm* 3prozentige Lösung von Diaminreinblau FF
7 *ccm* 15prozent. Lösung von gewöhnlichem Tischlerleim.

Das Färben erfolgt in genau gleicher Weise wie bei den anderen Teilbildern. Der Tischlerleim im Farbbade hat den Zweck, ein langsameres und gleichmässigeres Anfärben des Bildes zu bewirken. Der Färbeprozess geht ziemlich langsam vor sich und beansprucht mindestens 2—10 Stunden. Nach dem Färben wird das Blaubild genau so wie das rote durch Behandlung mit Kupfervitriol lichtecht gemacht.

Das Gelbbild bedarf der Behandlung mit Kupfervitriol nicht, da das Chrysophenin an sich genügend lichtecht ist.

Man versuche nicht, das Färben der Bilder durch konzentriertere Farbbäder zu beschleunigen — die Leuchtkraft der Farben leidet dadurch erheblich.

Übereinanderlegen der drei Teilbilder.

Man legt nun zunächst die drei Teilbilder provisorisch aufeinander, um die Gesamtwirkung in der Durchsicht beurteilen zu können. Man kann dann je nach dem vorherrschenden Ton das eine oder andere der Bilder durch erneutes Einlegen in das Farbbad verstärken oder durch Baden in reinem Wasser abschwächen, beides selbstverständlich nur bis zu einem gewissen Grade. Die Gelatine nimmt auch bei noch so langer Behandlung mit den Farblösungen

nur eine bestimmte Maximalmenge an Farbstoff auf; andererseits gehen bei zu starkem Abschwächen der Bilder leicht die Halbtöne verloren.

Das Blaubild lässt sich nur abschwächen, wenn man dem Wasser ein paar Tropfen einer Lösung von Tischlerleim zusetzt.

Auch durch vorsichtige Retusche lässt sich die Gesamtwirkung des Bildes häufig verbessern, indem man zu stark kopierende Stellen auf dem Negativ etwas deckt.

Da die mit Kupfervitriol behandelten Bilder sich nicht mehr gut abschwächen lassen, empfiehlt es sich, die Kupferung des Rot- und Blaubildes erst vorzunehmen, wenn man sich überzeugt hat, dass die Kopien gut ausgefallen sind.

Geben die drei Kopien zusammen ein harmonisches Bild, so klebt man zunächst das blaue Bild mit einer Kante auf eine Glasplatte fest, falls man das Blaubild nicht, wie oben beschrieben, direkt auf Glas hergestellt hat. Nach dem Trocknen legt man das Gelbbild so darauf, dass sich die Konturen genau decken, befestigt auch dieses mit etwas Klebstoff, gummiertem Papier, Heftpflaster oder dergleichen, lässt das so entstandene Grünbild unter dem Druck einiger Kopierklammern trocknen und befestigt schliesslich in gleicher Weise das rote Bild auf dem grünen. Zum Schutz wird endlich ein Deckglas aufgelegt und das fertige Bild am Rande mit Papier oder Kalikostreifen umklebt.

Das Übereinanderpassen der Bilder ist überraschend leicht, vorausgesetzt, dass die Negative genau übereinstimmen; die Films dürfen allerdings nicht allzu dünn sein, da sie sich sonst leicht verziehen.

Die farbigen Diapositive sind sehr lichtecht, so dass man sie mehrere Monate dem zerstreuten Tageslicht aussetzen kann, ohne dass sie merklich ausbleichen.

Auch die Pinatypie kann zur Herstellung von Dreifarbendiapositiven dienen. Die Bilder sind viel vollkommener und

schärfer, als die nach der eben beschriebenen Methode erhaltenen. Wir lassen eine Beschreibung des Verfahrens später folgen.

Farbige Papierbilder.

Mit dem zuletzt beschriebenen, verhältnismässig einfachen Verfahren ist es nicht möglich, Papierbilder herzustellen. So hübsch die farbigen Diapositive als Fensterbilder oder Projektionsbilder sind, das grosse Publikum wird vor allem farbige Papierbilder verlangen, und gerade diese waren bisher sehr schwierig zu machen.

Zur Erlangung von Papierbildern musste man, wenn man von den mechanischen Druckverfahren, die uns hier nicht beschäftigen können, absieht, entweder den äusserst schwierigen und umständlichen Weg einschlagen, auf welchem die Gebr. Lumière ihre schönen Papierbilder herstellen, oder man musste die Teilnegative auf drei verschieden gefärbte Pigmentpapiere kopieren und die drei Kopien übereinander auf dieselbe Unterlage übertragen. Die für diesen Zweck geeigneten Pigmentpapiere enthalten natürlich unlösliche, mehr oder weniger deckende Erdfarben. Infolge dessen wird die Gesamtwirkung eines mit solchen Pigmenten hergestellten Dreifarbenbildes niemals diejenige eines mit Farbstoffen gefärbten Bildes erreichen. Nur die durchsichtigen, farbigen Gelatineteilbilder lassen sich gegenseitig voll zur Geltung kommen; bei der Zusammensetzung des Bildes aus den weniger durchsichtigen Pigmentkopien verdecken die oberen stets mehr oder weniger die darunter liegenden Teilbilder. Auch ist es natürlich sehr schwierig, drei Pigmentbilder so auf eine Unterlage zu übertragen, dass sie sich absolut genau decken. Man hatte hier wieder in erster Linie mit der ungleichmässigen Ausdehnung des Papiers zu kämpfen, die man dadurch unschädlich zu machen suchte, dass man die

drei Pigmentpapiere in einer Richtung aus einer Papierrolle schnitt. Eine derartige Methode zur Herstellung von Dreifarben-Papierbildern wurde von Hoffmann veröffentlicht, hat jedoch keinen Anklang gefunden, weil die Bilder aus den oben angeführten Gründen sehr viel zu wünschen übrig liessen. Wer sich näher für das Verfahren interessiert, kann die Details in dem Werkchen „Die Praxis der Farbenphotographie“ von A. Hoffmann nachlesen.

Seit kurzem wird von der „Neuen Photographischen Gesellschaft“ ein für den Dreifarbendruck bestimmtes Kopiermaterial in den Handel gebracht, das aus dünnen, mit farbiger Gelatine überzogenen Zelluloidfilms besteht, die chromiert und von der Rückseite belichtet werden. Nach der Entwicklung mit warmem Wasser werden die Bilder auf Papier geklebt und die besonders präparierte Zelluloidhaut abgezogen. Darauf überträgt man das zweite Teilbild auf das erste, zieht auch von diesem die Zelluloidunterlage ab und verfährt schliesslich ebenso mit dem dritten Teilbild. Wenn auch nicht geleugnet werden soll, dass nach dieser Methode gute Dreifarbenbilder hergestellt werden können, so ist nach den Erfahrungen des Verfassers das Arbeiten mit diesen Folien doch recht unsicher. Die Abstimmbarkeit der Teilbilder, die diese Methode vor anderen voraus haben soll, wird dadurch illusorisch gemacht, dass bei Verwendung von zu warmem Wasser die Folien sich unfehlbar verziehen. Das Ablösen der Gelatinehaut von der Zelluloidfolie erfolgt häufig nur allzu leicht schon beim Sensibilisieren oder beim Trocknen der Films, deren Preis zudem ziemlich hoch ist. Da diese Methode jedoch von allen am schnellsten zu einem Ziele führt, sei sie Anfängern empfohlen.

Auch der Gummidruck kann zur Herstellung farbiger Kopien auf Papier dienen. Bekanntlich macht man beim einfarbigen gewöhnlichen Gummidruck häufig mehrere Drucke übereinander, um einen guten Effekt zu erzielen. Man ver-

fährt hier nun ganz ähnlich und kopiert die drei Teilnegative nacheinander auf entsprechend gefärbte Chromgummischichten, die man sukzessive auf dieselbe Papierunterlage aufträgt. Naturgemäss eignet sich dieses Verfahren nur für grosse Formate, für kleine Formate ist der Dreifarben-Gummidruck nicht zu empfehlen, wie einige, in der Mainzer Internationalen Ausstellung für Photographie im Herbst 1903 ausgestellte Bilder nur zu deutlich zeigten. Ein speziell für die Dreifarbenphotographie geeignetes Gummidruckverfahren ist vom Hofphotographen Perscheid in Berlin ausgearbeitet worden und soll vortreffliche Resultate geben. Wer sich für die Einzelheiten des Verfahrens interessiert, dem sei das von Perscheid verfasste Werkchen empfohlen.

Ein weiteres Verfahren zur Herstellung von Papierbildern rührt von Sanger-Shepherd her und wurde in der am 19. Dezember 1902 erschienenen Nummer der Photographic News veröffentlicht. Man stellt nach dem früher Seite 40 beschriebenen Verfahren drei Kopien auf Zelluloidfilms her, färbt sie mit geeigneten Farbstoffen und bringt nun die noch feuchte Farbschicht in Berührung mit einem mit weicher Gelatine überzogenen Papier. Dabei geht der Farbstoff ziemlich schnell in die weichere Gelatine über und man hat nach dem Abheben der Films das farbige Bild auf dem Papier. Ebenso verfährt man mit den beiden anderen Teilbildern, die man natürlich so auf das Papier legt, dass die Konturen sich genau decken. Der Farbstoff der Bilder wird von der Gelatine aufgesaugt, die dadurch entfärbten Zelluloidbilder können immer wieder von neuem gefärbt werden und so zur Herstellung einer grossen Menge von Papierkopien dienen. Das Verfahren gibt jedoch sehr wenig befriedigende Resultate.

Die Abstufungen von Licht und Schatten werden bei den gefärbten Films, die zur Herstellung dieser Papierbilder dienen, dadurch zustande gebracht, dass die gleichmässig gefärbte

gehärtete Gelatineschicht an den verschiedenen Stellen des Bildes, der Lichtwirkung entsprechend, verschiedene Dicke besitzt. Bringt man nun das feuchte Gelatinepapier mit der gefärbten Schicht in Berührung, so wird zunächst die Oberfläche des Bildes, die überall die gleiche Menge Farbstoff trägt, ihren Farbstoff gleichmässig an das Papier abgeben. Die dunkleren Partien des Bildes nehmen jetzt nur noch sehr langsam an Kraft zu, jedenfalls nicht proportional der Dicke der gefärbten Schicht, so dass unmöglich ein harmonisches Bild entstehen kann.

Auf ähnlichem Prinzip, wie das eben geschilderte, beruht ein von Léon Didier erfundenes Kopierverfahren, das von den Höchster Farbwerken weiter ausgearbeitet und unter dem Namen „Pinatypie“ verbreitet wurde. Da eine sehr detaillierte Beschreibung dieses Verfahrens jederzeit durch die Handlungen photographischer Artikel kostenlos bezogen werden kann, wollen wir uns hier auf einige mehr allgemeine Angaben über die Pinatypie beschränken.

Wird eine mit Bichromat versetzte Gelatineschicht unter einem photographischen Klischee belichtet, so wird bekanntlich an den vom Licht getroffenen Stellen das Bichromat reduziert und die Gelatine gehärtet. Entfernt man nun durch Waschen mit kaltem Wasser das unzersetzte Bichromat, so erhält man ein wenig sichtbares Bild, das aus gehärteter und ungehärteter Gelatine besteht. Diese Bildschicht verhält sich gegen wässerige Farbstofflösungen sehr verschieden.

I. Durch die Mehrzahl der Farbstoffe wird die ganze Schicht vollkommen oder doch fast gleichmässig gefärbt; die Färbung lässt sich bei einigen Farbstoffen durch Wässern ganz oder teilweise wieder entfernen, bei anderen aber nicht.

II. Wenige Farbstoffe nur färben die gehärtete Gelatine stärker als die ungehärtete, weil sie sich mit dem an den belichteten Stellen gebildeten Chromoxyd verbinden (siehe später Selles Verfahren).

III. Schliesslich gibt es noch Farbstoffe, die nur die unbelichtete Gelatine färben, die gehärtete aber mehr oder weniger ungefärbt lassen. Zwischen diesen drei Gruppen von Farbstoffen existieren zahllose Übergänge, so dass man nicht etwa die gesamten Farbstoffe nach ihrem Verhalten gegen das Gelatinebild scharf in Klassen einteilen kann. Farbstoffe der zuletzt genannten Gruppe sind es, die unter dem Namen „Pinatypie-Farbstoffe" zur Ausübung unseres Kopierverfahrens benutzt werden.

Diese Pinatypiefarbstoffe müssen folgende Eigenschaften besitzen:

1. Sie müssen in kaltem Wasser genügend löslich sein.
2. Sie sollen die ungehärtete Gelatine sehr stark, die völlig gehärtete Gelatine gar nicht anfärben.
3. Sie dürfen sich durch Waschen mit Wasser nicht aus der Gelatine entfernen lassen.
4. Sie sollen auf ein mit der gefärbten Schicht in Berührung gebrachtes Gelatinepapier schnell übergehen.
5. Die Schärfe der Zeichnung muss auch beim Trocknen der Bilder erhalten bleiben und darf auch bei längerem Einweichen des Bildes in Wasser nicht leiden.
6. Die Farbstoffe sollen sehr lichtecht sein.

Alle diese Eigenschaften vereinigen die für die Zwecke der Dreifarbenphotographie ausgewählten Farbstoffe Pinatypieblau, -rot und -gelb. Die Lichtechtheit der Farbstoffe ist so bedeutend, dass nach einjähriger Belichtung an einem der vollen Sonne ausgesetzten Platz Blau und Rot kaum merklich verändert, das Gelb nur ein wenig nachgedunkelt ist.

Da die Pinatypie-Farbstoffe, wie oben erwähnt, die Eigenschaft haben, die belichtete Gelatine ungefärbt zu lassen, die nicht belichtete aber zu färben, so ist es klar, dass eine Pinatypiekopie ein getreues Abbild des benutzten Klischees

bildet; was auf dem Klischee hell war, erscheint auch auf der Kopie hell, und umgekehrt. Um ein positives Bild zu erhalten, muss man also die Bichromat-Gelatineschicht unter einem Diapositiv belichten. Wie bei allen photographischen Prozessen, so kommt es auch hier wesentlich darauf an, die empfindliche Schicht richtig zu belichten. Die durch Baden in einer etwa $2^1/_2$ prozentigen Bichromatlösung sensibilisierten Druckplatten (so nennen wir die mit Gelatine überzogenen Glasscheiben) erfordern etwa dieselbe Belichtung wie eine Celloidinkopie. Nach dem Auswaschen des unzersetzten Bichromats wird die Druckplatte in die Lösung eines Pinatypie-Farbstoffes gelegt, es entsteht, vorausgesetzt dass die Platte richtig belichtet war, nach wenigen Minuten ein kräftiges, detailreiches Diapositiv. Erscheint das Bild genügend gefärbt, so wird es durch Waschen von überschüssigem Farbstoff befreit und mit einem feuchten gelatinierten Papier in innige Berührung gebracht, genau wie bei dem vorhin beschriebenen Sanger-Shepherdschen Verfahren.

Hier entsteht jedoch sehr schnell eine sehr kräftige, haarscharfe Kopie, die alle Tonabstufungen des ursprünglichen Negativs bzw. des Diapositivs genau wiedergibt. Das ist der fundamentale Unterschied zwischen dem Sanger-Shepherdschen Verfahren (siehe S. 53) und der Pinatypie: Bei der Pinatypie besteht das Bild aus Gelatine von verschiedenen Härtegraden, die Druckplatte ist an der Oberfläche, der Lichtwirkung entsprechend, verschieden stark gefärbt; da die den Farbstoff tragende Gelatine nicht gehärtet ist, gibt sie ihren Farbstoff leicht und schnell an das Papier ab, und zwar genau den Helligkeitswerten der Druckplatte entsprechend. In der Tat gibt eine Pinatypie alle Tonwerte des Negativs ebensogut wieder wie ein Pigmentbild.

Die praktische Ausübung der Pinatypie gestaltet sich kurz folgendermassen:

1. Es werden von den Teilnegativen auf Chlorbrom-

oder Bromsilberplatten drei Diapositive hergestellt. Wünscht man die Bilder in grösseren Formaten, vergrössert man natürlich die Negative direkt auf die Diapositivplatten.

2. Drei Druckplatten, d. h. mit dünnem Gelatineüberzug versehene Glasplatten, werden in $2^1/_2$ prozentiger Lösung von Bichromat sensibilisiert und nach dem Trocknen unter den Diapositiven belichtet. Die Belichtung ist mit einem Photometer zu kontrollieren.
3. Die belichteten Druckplatten werden zur Entfernung des überschüssigen Bichromats mit kaltem Wasser gewaschen. Die der Blaufilteraufnahme entsprechende Druckplatte wird in einer Lösung von Pinatypiegelb, die der Grünfilteraufnahme entsprechende in einer Lösung von Pinatypierot, die der Rotfilteraufnahme entsprechende Druckplatte in einer Lösung von Pinatypieblau gefärbt. Die Färbung nimmt etwa 15 Minuten in Anspruch.
4. Ein gut durchnässtes Stück „Übertragungspapier" wird auf die blaue Druckplatte, die sorgfältig mit Wasser gewaschen wurde, aufgelegt und nach etwa zehn Minuten abgezogen. Das erhaltene blaue Teilbild wird nun in gleicher Weise auf die rote Druckplatte aufgelegt, Das Decken ist hier sehr einfach, da das Papierbild sich auf der Platte leicht verschieben lässt und durch die Druckplatte hindurch deutlich sichtbar ist. Schliesslich legt man das rot + blaue Bild in gleicher Weise auf die gelbe Druckplatte und hat so alle drei Farben in derselben Schicht vereinigt.
5. Das fertige Bild wird durch Einlegen in ein „Fixierbad" gleichzeitig gehärtet und vollkommen lichtecht gemacht.

Die Druckplatten können nach frischem Anfärben immer

wieder zur Herstellung von Papierbildern dienen und sind, ebenso wie die Farblösungen, vollkommen haltbar. Von dem Fortschreiten des Kopierprozesses kann man sich überzeugen, wenn man von Zeit zu Zeit eine Ecke des Papierbildes aufhebt.

Die Pinatypien zeichnen sich vor allem dadurch aus, dass sie nicht aus drei übereinandergelegten oder geklebten Schichten bestehen. Wie aus der Beschreibung hervorgeht, trägt eine einzige dünne Gelatineschicht alle drei Farben, die deswegen in ausgezeichneter Weise verschmelzen. Es kann nicht geleugnet werden, dass der Umweg über die Diapositive und die Druckplatten umständlich ist; hat man aber einmal gute Druckplatten hergestellt, so lassen sich mittels dieser in einfacher Weise viele Papierbilder erzeugen. Da man zum Kopieren Diapositive verwenden muss, bietet sich vielfach erwünschte Gelegenheit zur Anbringung von Retuschen; auch die Herstellung vergrösserter Bilder mittels der Pinatypie gestaltet sich aus dem gleichen Grunde ganz besonders einfach.

Demjenigen, der nach dem im zweiten Abschnitt dieses Buches beschriebenen additiven Verfahren arbeitet und seine Aufnahmen im Chromoskop zu betrachten pflegt, wird die Pinatypie besonders willkommen sein. Es lassen sich nämlich auch nach den Chromoskopdiapositiven ausgezeichnete Pinatypien herstellen; nur rein blaue Töne werden — wegen der abweichenden Beschaffenheit des grünen additiven Filters — zu rot erscheinen. Mit gleich gutem Erfolg kann man die für die Pinatypie bestimmten Diapositive sehr wohl im Chromoskop auf ihre Verwendbarkeit prüfen.

Herstellung von Diapositiven mittels der Pinatypie.

Noch leichter als Papierbilder lassen sich mittels der Pinatypie Diapositive herstellen, die sich durch ausserordent-

liche Schärfe und Durchsichigkeit vor den nach anderen Methoden erhaltenen Diapositiven auszeichnen.

Von dem der Grünfilteraufnahme entsprechenden Diapositiv wird zunächst auf einer Druckplatte, wie oben beschrieben, das rote Teilbild erzeugt, fixiert und getrocknet.

Das Rotbild wird auf eine nivellierte Spiegelglasscheibe gelegt und in der auf Seite 18 für die Lichtfilter beschriebenen Weise mit nachstehender Mischung[1]) überzogen:

5 *g* Emulsionsgelatine (am besten harte)
100 *ccm* Wasser
2 *g* Ammoniumbichromat.

Die klein zerschnittene Gelatine wird zunächst in dem kalten Wasser eingeweicht, nach etwa einer halben Stunde bis zur Lösung erwärmt, das fein zerriebene Chromsalz hinzugegeben und das Ganze durch ein Faltenfilter filtriert. Auf je 100 *qcm* Plattenoberfläche werden 4—5 *ccm* der Gelatinemischung gegossen. Das Präparieren der Gelatinemischung und der Platten kann bei etwas gedämpftem Tageslicht oder bei künstlichem Licht geschehen. Nach dem Erstarren der Gelatine werden die Platten an einem mässig warmen, staubfreien Orte im Dunkeln getrocknet. Die Schicht hält sich mehrere Wochen lang unverändert. Man legt jetzt das Rotfilterdiapositiv so auf das mit der Bichromatgelatine bedeckte rote Diapositiv, dass sich alle Konturen genau decken, was man am besten mittels einer Lupe kontrolliert[2]). Man belichtet nun die unverrückbar durch Klammern oder im Kopierrahmen befestigten Platten etwa $2\frac{1}{2}$mal solange, als es für den Rotdruck nötig war. Diese lange Belichtung ist nötig, weil ein Teil des Chromsalzes durch Diffusion in die Gelatine des Rotbildes eindringt, wodurch die Lichtempfindlichkeit der aufgetragenen Schicht

1) Die gleiche Mischung kann zur Präparation von Druckplatten dienen.

2) Ein zweckmässiger Kopierrahmen, der das genaue Decken der Platten sehr erleichtert, wurde von A. Horn, Wiesbaden, konstruiert.

verringert wird. Eine Vermehrung des Chromsalzgehaltes der Gelatinemischung ist nicht zweckmässig, ebensowenig hat es sich bewährt, die beiden Gelatineschichten durch Kollodium, Zapon oder ähnliche Überzüge zu trennen. Nach dem Kopieren wird die Platte gewässert, etwa 5 Minuten in verdünnte Bisulfitlösung gelegt, um die Weissen zu klären, wiederum gewässert und blau gefärbt.

Man kann nun natürlich auf das rot + blaue Bild in der beschriebenen Weise wieder eine Bichromat-Gelatineschicht aufgiessen und auf dieser das Gelbbild erzeugen; einfacher und sicherer ist es jedoch, wenn man das Gelbbild gesondert herstellt und dasselbe gleichzeitig als Deckglas für das Diapositiv benutzt. In diesem Falle muss natürlich das Gelbdiapositiv das Spiegelbild des rot + blauen sein.

Das erforderliche umgekehrte Blaufilterdiapositiv, das zur Herstellung des Gelbbildes dienen soll, kann man entweder mit Hilfe der Pinatypie (1) oder auf photographischem Wege mittels der Camera (2) erzeugen.

1. Eine sensibilisierte Druckplatte wird unter dem Blaufilterdiapositiv etwa solange belichtet, als es für eine Gelbdruckplatte nötig ist und in einer Lösung von:

2 *g* Pinatypie-Schwarzbraun in
100 *ccm* Wasser

kräftig gefärbt. Nach dem Färben wird kurz gewaschen und getrocknet. Härtet man das Diapositiv in der üblichen Fixierlösung, so wird der Ton schwärzlich; dieses Fixieren ist jedoch nicht nötig.

2. Wenn man alle drei Diapositive nach den Originalnegativen mittels der Camera herstellt, kann man sehr einfach das verkehrte Diapositiv erzeugen, indem man das Blaufilternegativ bei der Aufnahme umdreht, d. h. dasselbe mit der Glasseite dem Objektiv zukehrt. Selbstverständlich muss man dabei Sorge tragen, dass bei allen drei Aufnahmen die Entfernung der Negativschicht vom Objektiv genau die

gleiche ist. Man erreicht das am einfachsten, wenn man bei der Aufnahme des Rotfilter- und Grünfilternegativs eine Glasplatte von der Dicke des Blaufilternegativs auf die dem Objektiv zuzukehrende Schichtseite legt.

Das auf die eine oder die andere Art erhaltene seitenverkehrte Diapositiv wird nun in der gewöhnlichen Weise zur Herstellung des gelben Teildiapositivs benutzt.

Nachdem man das rot + blaue Bild ev. nach Geschmack zugeschnitten und mit einer Maske versehen hat, legt man das Gelbbild provisorisch so darauf, dass sich die Konturen decken, bezeichnet dann mit einer Nadel oder dgl. die Konturen des blau + roten Diapositivs auf dem gelben und beschneidet dann letzteres entsprechend. Schliesslich befeuchtet man die vier Ecken der beiden Bilder mit etwas Klebstoff, bringt sie mit Zuhilfenahme einer Lupe in die richtige Lage und lässt sie trocknen.

Das fertige Bild wird dann in üblicher Weise mit Papier oder Kaliko umklebt.

Nur nebenbei sei erwähnt, dass die Pinatypie auch zur Herstellung von monochromen Bildern und Diapositiven in den verschiedensten Tönungen geeignet ist. Duplikatnegative dürften ebenfalls auf keine andere Weise so leicht herzustellen sein.

Dr. Selles Verfahren. Dr. Selle benutzt die Eigenschaft gewisser Farbstoffe, die am Licht gehärtete Bichromatgelatine stärker zu färben als die ungehärtete, und verfährt folgendermassen:

„Eine Glasplatte wird mit einer Zinkweiss-Kollodium-Emulsion überzogen, die als Unterlage des farbigen Bildes dient. Auf diese Kollodiumhaut wird eine Bichromatgelatineschicht aufgetragen und nach dem Trocknen unter einem der drei Teilnegative belichtet. Durch Baden in kaltem Wasser wird das unzersetzte Bichromat aus der Gelatineschicht entfernt, während das durch die Lichteinwirkung entstandene

Chromoxyd zurückbleibt. Die Kopie wird nun in die wässrige Lösung eines Beizenfarbstoffs von entsprechender Nuance gelegt, d. h. eines Farbstoffs, der die Eigenschaft hat, reine Gelatine nicht zu färben, sich aber mit Chromoxyd zu einem sogenannten „Farblack“ zu vereinigen; es werden also nur die vom Licht getroffenen Stellen der Gelatineschicht angefärbt werden. Nach dem Trocknen wird das erste Teilbild mit Kollodium übergossen und eine neue Bichromatgelatineschicht darauf gebracht. Auf diese lichtempfindliche Schicht wird das zweite Teilnegativ kopiert, nachdem man dasselbe zuvor genau mit dem ersten Teilbild zur Deckung gebracht hat. Die zweite Kopie wird ebenso behandelt wie die erste und in der dem Negativ entsprechenden Nuance gefärbt. Schliesslich wird — nachdem das zweite Bild mit Kollodium überzogen ist — noch eine dritte Bichromatgelatineschicht auf das nunmehr zweifarbige Bild aufgetragen und darauf das dritte Teilnegativ kopiert, gefärbt usw. Das fertige Bild kann samt der weissen Kollodiumunterlage leicht vom Glase abgelöst und auf Karton aufgeklebt werden.“ — Die Farben haben, weil sie Chromlacke sind, zwar den Vorzug grosser Lichtbeständigkeit, doch scheinen keine Farbstoffe zu existieren, die alle Eigenschaften, die das Sellesche Verfahren fordert, vereinigen. Das ist wohl der Hauptgrund, weshalb sich dieses interessante und durchaus originelle Verfahren nicht eingeführt hat.

Eine auf den Prinzipien des Wiener-Neuhauss'schen Ausbleichverfahrens beruhende Methode zur Herstellung farbiger Papierbilder nach den drei Teilnegativen wurde von Szczepanik, Wien, zum Patent angemeldet.

Reichel in München stellt Dreifarbenphotographien in der Weise her, dass er die Teilnegative auf abziehbares Celloidinpapier kopiert, diese in besonderen Tonbädern blau, rot und gelb färbt und übereinanderklebt. Es ist dem Verfasser nicht gelungen, näheres über diese Methode zu erfahren, oder Bilder,

die so hergestellt waren, zu Gesichte zu bekommen, obgleich das Reichelsche Verfahren seinerzeit in der Presse vielfach besprochen wurde.

Wie man sieht, ist die Auswahl unter den Kopiermethoden der Dreifarbenphotographie nicht gering. Für die Praxis dürften zurzeit nur die Pinatypie und das Verfahren der „N. P. G." wertvoll sein.

Der Vollständigkeit halber müssen wir noch ein Kopierverfahren erwähnen, weil es das einzige ist, welches farbige Bilder durch direkten Kopierprozess herzustellen erlaubt.

Die Pinachromie.

Gewisse Farbstoffe gehen bei der Reduktion in farblose Körper, sogenannte Leukobasen, über, die sich von den Ausgangsprodukten durch ein Plus von zwei Wasserstoffatomen unterscheiden. O. Gros hatte schon beobachtet, dass diese Leukobasen lichtempfindlich sind, d. h., dass sie am Licht unter Sauerstoffaufnahme wieder in die ursprünglichen Farbstoffe übergehen. Die Lichtempfindlichkeit ist aber so gering und die entstehende Färbung so schwach, dass mittelst der Leukobasen keine praktisch brauchbaren Bilder erhalten werden konnten.

Setzt man den Leukobasen jedoch gewisse stickstoffsauerstoffhaltige Körper zu, so wird die Lichtempfindlichkeit ganz ausserordentlich gesteigert, so dass man in kurzer Zeit kräftige, praktisch brauchbare Bilder erhalten kann.

Solche Körper sind vor allem die Salpetersäureester mehrwertiger Alkohole, z. B. Nitroglyzerin oder Nitromannit.

Zur Herstellung von farbigen Bildern verfährt man folgendermassen: Die Leukobasen werden in glyzerinhaltigem Kollodium gelöst und als Sensibilisator am besten etwas Nitromannit hinzugefügt. Übrigens erfordern die ver-

schiedenen Leukobasen verschiedene Sensibilisatoren, um möglichst gute Kopien zu liefern.

Mit einer solchen Mischung überzieht man in üblicher Weise barytiertes Papier und belichtet nach dem Trocknen sofort unter einem Negativ. Zur Herstellung des Blaubildes dient z. B. Ortho-Amidotetraäthyldiamidotriphenylmethan, für das Rotbild Leukotetramethylrhodaminester, für das Gelbbild Leukoflavanilin.

Man beginnt zweckmässig mit dem Blaudruck, fixiert das Bild, sobald es genügende Kraft erlangt hat, in einer etwa 10 prozentigen Lösung von Chloressigsäure, wäscht und trocknet. Nach dem Auftragen einer dünnen, aus Chromgelatine bestehenden Isolierschicht wird das Bild mit Leuko-Rotkollodium überzogen, unter dem Grünfilternegativ weiter belichtet, bis das Rot kräftig genug erscheint, fixiert und schliesslich in ähnlicher Weise auf dem rot + blauen Bild das gelbe erzeugt.

Die zur Ausübung der Pinachromie nötigen Materialien wurden kurze Zeit von den Höchster Farbwerken in den Handel gebracht. Da die Leukolösungen (namentlich das Rot) sich nicht lange genug hielten und die Bilder auch an Lichtbeständigkeit zu wünschen übrig liessen, wurde die Pinachromie bald durch die Pinatypie ersetzt. Nähere Angaben über das wissenschaftlich sehr interessante Pinachromieverfahren finden sich Phot. Mitt. 1904, 321.

Die Zweifarbenphotographie.

Ein vereinfachtes Verfahren zur Herstellung farbiger Photographien wurde kürzlich von Gurtner-Bern zum Patent angemeldet. Es handelt sich dabei nicht um ein Dreifarben-, sondern um ein Zweifarbendruckverfahren, das zwar keinen Anspruch darauf machen kann, völlig naturwahre Bilder zu liefern, weil es eben nur mit zwei Farben arbeitet, seiner

Einfachheit halber jedoch von nicht geringem Interesse ist und auch in der Tat bei Landschaftsaufnahmen oft sehr hübsche Effekte gibt. Gurtner stellt mit einer einzigen Exposition gleichzeitig das Blau- und das Gelbnegativ her, verzichtet also auf das Rotbild und kann infolgedessen auch Rot nicht wiedergeben. Über die Einzelheiten des Verfahrens ist etwa folgendes bekannt geworden: Eine Chlorbromsilber-(Diapositiv-)Platte wird einige Minuten im Dunkeln in einer wässrigen Lösung von Naphtolorange gefärbt und getrocknet. Diese Platte wird nun mit der Schichtseite auf die Schichtseite einer panchromatischen Platte gelegt und die beiden so in die Kassette gebracht, dass die Glasseite der gefärbten Diapositivplatte dem Objektiv zugekehrt ist. Beim Einstellen hat man natürlich zu berücksichtigen, dass die empfindliche Schicht um die Dicke der Diapositivplatte nach hinten gerückt ist.

Die orange gefärbte durchscheinende Diapositivplatte dient bei der Exposition erstens als Aufnahmeplatte für die blauen Strahlen, zweitens als Lichtfilter, welches nur rote, gelbe und grüne Strahlen zu der panchromatischen Platte gelangen lässt. Es werden also auf der ersteren nur die blauen, auf der letzteren nur die roten, gelben und grünen Partien des Bildes geschwärzt erscheinen. Mit anderen Worten: die Diapositivplatte gibt das Negativ für den Gelbdruck, die panchromatische Platte das Negativ für den Blaudruck. Die Empfindlichkeit der Platten muss so abgestimmt sein, dass während der durch das Orangefilter bedingten verlängerten Exposition für die panchromatische Platte auch die Diapositivplatte richtig exponiert ist. Da letztere ihrer Unempfindlichkeit wegen einen ziemlich grossen Spielraum in der Exposition gestattet, ist diese Bedingung nicht sehr schwer zu erfüllen. Das Negativ auf der panchromatischen Platte fällt meist etwas unscharf aus; nicht wegen der minimalen Fokusdifferenz, sondern weil die als Filter fungierende Diapositivplatte das Licht ähnlich wie eine Mattscheibe zerstreut.

Besondere zweischichtige, für ein ähnliches Zweifarbenverfahren bestimmte Platten erzeugt Dr. Smith in Zürich.

Die Kopien werden nach Gurtner in folgender Weise hergestellt: Von der panchromatischen (Blau-) Platte wird auf irgend eine Weise ein Berlinerblau-Druck gemacht, entweder mittels blau zu tonender Diapositivplatte oder Bromsilberpapier oder direkt durch Kopieren auf Eisenblaupapier. Die Diapositiv-(Gelb-)Platte, deren Färbung beim Fixieren und Wässern schnell verschwindet, wird entweder auf Auskopier - Chlorsilbergelatineplatten oder auf abziehbares Celloidinpapier kopiert. Die Kopien werden ohne Tonung am besten mit Ammoniak fixiert und bekommen dadurch bekanntlich ein lehmgelbes bis gelbrotes Aussehen. Das gelbe Diapositiv wird nun direkt mit dem blauen vereinigt, indem man die Platten mit den Schichten aufeinanderlegt. Wünscht man ein Papierbild, so wird die Celloidinkopie direkt auf das blaue Papierbild übertragen. Es ist wohl ohne weiteres klar, dass man mit diesem Verfahren niemals Photographien in natürlichen Farben erhalten kann. Selbst wenn unser Auge in einer Landschaft kein Rot direkt wahrnimmt, so ist doch in den hundertfältigen Mischfarben fast stets Rot enthalten. Übrigens gibt der Erfinder selbst zu, dass sein Verfahren die Wiedergabe von Rot nicht gestattet. Es wäre falsch, wollte man wegen dieses Mangels der Sache jede Bedeutung absprechen. Die Resultate der Zweifarbenphotographie sind bei passend gewählten Motiven sehr hübsch. Jedenfalls ist das Gurtnersche Verfahren das einzige, das ohne Dreifarbencamera, ohne Filter und Farbstoffe mit den gewöhnlichen Requisiten des Amateurphotographen arbeitet, und dieser Umstand dürfte genügen, manchen zu Versuchen zu ermuntern.

Neuerdings stellt Dr. Smith in Zürich auch dreischichtige, für die Dreifarbenphotographie bestimmte Platten her, die gleichzeitig die drei Lichtfilter enthalten. Diese Platten werden in einer gewöhnlichen Camera exponiert und liefern

bei einer einzigen Exposition alle drei Teilnegative. Die Entwicklung erfolgt, nachdem in der Dunkelkammer die drei empfindlichen Schichten durch Abziehen voneinander getrennt wurden. Ob diese Platten, deren hoher Preis durch die mühsame Herstellung bedingt ist, sich als praktisch erweisen werden, scheint dem Verfasser fraglich zu sein.

II. Abschnitt.

Die additive Methode der Dreifarbenphotographie durch optische Synthese.

Nach den bisher beschriebenen Methoden werden farbige Bilder so erhalten, dass drei einfarbige Bilder übereinander gelegt wurden, wodurch alle Mischfarben des Originals zustande kamen.

Man kann nun auch, statt die drei einfarbigen Bilder wirklich zu einem materiellen Bilde zu vereinigen, so zum Ziele gelangen, dass man die drei einfarbigen Teilbilder durch Spiegelung oder Projektion für das Auge zur Deckung bringt. Die zu diesem Resultat führenden Methoden werden als „optische Synthese" bezeichnet.

Die Ergebnisse der Farbenmischung sind nun hierbei durchaus andere als beim Dreifarbendruck, denn bei der optischen Synthese mischen wir verschiedenfarbiges Licht, beim Dreifarbendruck mischen wir Körperfarben. Die Resultate, die das Mischen von Körperfarben gibt, sind jedermann geläufig; so gibt Rot und Gelb bekanntlich Orange, Rot und Blau Violett, Blau und Gelb Grün.

Betrachten wir beispielsweise einmal das Zustandekommen

von Grün bei einem Dreifarbenbild durch Übereinanderlegen des gelben und blauen Teilbildes: der blaue Film, den wir uns der Einfachheit halber gleichmässig blau gefärbt denken, lässt nur grünes und blaues Licht durch und absorbiert Rot und Gelb; der gelbe Film lässt Rot, Gelb und Grün durch und absorbiert Blau. Legt man nun beide Films übereinander, so verschlucken sie gemeinsam das auffallende weisse Licht bis auf den grünen Anteil, da nur dieser von beiden Schichten durchgelassen wird. Es bleibt also von dem weissen Licht nur Grün übrig; die Lichtmenge wird geschwächt, indem die Pigmente einen Teil des weissen Lichts wegnehmen oder „subtrahieren". Legt man nun auf die blauen und gelben Films noch einen roten, so wird auch das Grün und damit alles auffallende Licht verschluckt, — die drei übereinandergelegten Films lassen gar kein Licht mehr durch und erscheinen uns schwarz. Besonders instruktiv ist es, die Vorgänge der Lichtabsorption mit einem kleinen Taschenspektroskop zu studieren, das überhaupt für jeden, der sich eingehend mit der Farbenphotographie beschäftigt, unentbehrlich ist.

Bei einem Papierbild, auf dem verschiedenfarbige Schichten übereinander liegen, entstehen die Mischfarben auf dieselbe Weise, wie bei den in der Durchsicht betrachteten Films. Das auf das Papierbild fallende weisse Licht durchdringt die verschiedenen Pigmentschichten, trifft dann auf die weisse Papierunterlage, wird von dieser reflektiert und passiert wiederum die Pigmentschichten, ehe es in unser Auge gelangt. Dabei bleibt von dem auffallenden weissen Licht infolge der Absorption in den Farbschichten nur der Anteil übrig, der von den betreffenden Pigmenten gemeinsam durchgelassen wird.

Wegen dieser Verminderung oder „Subtraktion" des auffallenden bzw. durchfallenden Lichtes durch die einzelnen Teilbilder werden die im ersten Abschnitt dieses Buches ge-

schilderten Verfahren der Dreifarbenphotographie zusammenfassend als die „subtraktive Methode“ bezeichnet. Im Gegensatz dazu heisst das Verfahren, die drei Teilbilder durch optische Synthese zu vereinigen, die „additive Methode“; warum, werden wir gleich einsehen.

Anstatt wie vorher weisses Licht durch farbige durchsichtige Schichten fallen zu lassen, wollen wir uns jetzt farbiges Licht auf einen weissen Schirm geworfen denken; etwa mit Hilfe von drei Projektionsapparaten, indem vor die Lichtquelle farbige Gläser eingeschaltet werden. Wird ein rotes Glas vor eines der Objektive gehalten, so erscheint der entsprechende Lichtkreis auf dem weissen Schirm rot gefärbt, weil von der betreffenden Stelle der weissen Wand nur noch rote Lichtstrahlen ausgehen. Durch Einschalten eines grünen Glases wird mittelst des zweiten Projektionsapparates ein grüner Lichtkreis erzeugt. Lässt man jetzt die Achsen der Projektionsapparate konvergieren, bis die beiden Lichtkreise sich teilweise überdecken, so erscheint das linsenförmige Stück, welches beiden Lichtkreisen gemeinsam ist, und nun rote und grüne Lichtstrahlen gleichzeitig reflektiert — gelb gefärbt. Schliesslich wird noch mittelst eines blauen Glases und des dritten Projektionsapparates ein blauer Lichtkreis entworfen. Lässt man diesen auf den gelben fallen, so verschwindet dort alle Farbe und man erblickt Weiss. Bei einiger Überlegung bietet diese Erscheinung nichts Auffallendes.

Wird unser Auge gleichzeitig von verschiedenfarbigen, von einem Punkte ausgehenden Lichtstrahlen getroffen, so vermag es nicht diese Eindrücke gesondert wahrzunehmen. Dass weisse Sonnenlicht z. B. besteht bekanntlich aus den sogenannten Spektral- oder Regenbogenfarben, gleichwohl macht es unserm Auge einen durchaus einheitlichen Eindruck. Unser Ohr verhält sich den Tönen gegenüber ganz anders: aus einem Akkord mögen wir sehr wohl die einzelnen Töne

herauszuhören und zu unterscheiden. — Es bedarf nun nicht einmal des Zusammenwirkens aller Spektralfarben, um für unser Auge die Empfindung „Weiss“ zu erzeugen, zwei richtig gewählte Farben genügen schon, die man dann als komplementär bezeichnet, weil sie sich zu weiss ergänzen. Komplementäre Farbenpaare sind z. B.:

Rot und Blaugrün,
Orange und Cyanblau,
Gelb und Rötlichblau,
Grüngelb nnd Violett.

Da nun aber mit zwei Farben nicht alle Mischfarben, die in der Natur vorkommen, erzeugt werden können, müssen für die photographische Wiedergabe drei Farben verwendet werden, die ebenfalls bei passend gewählten Nuancen zusammen den Eindruck „Weiss“ hervorzurufen vermögen.

Aus der folgenden von Helmholtz aufgestellten Tabelle lassen sich die Resultate der Mischung von je zwei Spektralfarben entnehmen. Die Mischfarben findet man dort, wo die horizontalen und vertikalen Kolumnen sich schneiden.

(Siehe Tabelle S. 72.)

Wir kommen jetzt auf den Versuch mit den Projektionsapparaten zurück. Auf dem Schirm entstand ein weisser Lichtkreis, sobald der grüne, rote und blaue Lichtkreis zur Deckung gebracht wurden. Diese Erscheinung ist nach dem oben Gesagten leicht verständlich. Die Empfindung Weiss kommt dadurch zustande, dass von jedem Punkte des Lichtkreises gleichzeitig grüne, rote und blaue Strahlen in das Auge fallen. Nimmt man das Blau fort, so erscheint die Mischung gelb, weil das Auge den Mangel an blauen Strahlen als gelb empfindet. — Auch folgende Überlegung ist sehr einleuchtend: Durch die vorgeschalteten farbigen Gläser gelangen nur bestimmte Anteile des weissen Lichts auf den Projektionsschirm; bei unserem Beispiel reflektiert der erste Lichtkreis nur rote, der zweite nur grüne, der

	Violett	Indigo	Cyan-blau	Blau-grün	Grün	Grün-gelb	Gelb
Rot . . .	Purpur	d. Rosa	w. Rosa	Weiss	w. Gelb	Goldgelb	Orange
Orange .	d. Rosa	w. Rosa	Weiss	w. Gelb	Gelb	Gelb	
Gelb. . .	w. Rosa	Weiss	w. Grün	w. Grün	Grüngelb		
Grüngelb	Weiss	w. Grün	w. Grün	Grün			
Grün . .	w. Blau	Wasser-blau	Blaugrün				
Blaugrün	Wasser-blau	Wasser-blau					
Cyanblau	Indigo						

d = dunkel
w = weisslich

dritte nur blaue Strahlen. Lässt man nun alle drei Lichtkreise auf dieselbe Stelle des Schirmes fallen, so gehen offenbar alle die farbigen Strahlen, die vorher von verschiedenen Flächen reflektiert wurden, von einer einzigen Fläche aus, die uns dadurch weiss erscheint. Wir haben das weisse Licht zuerst durch farbige Gläser in drei Teile zerspalten, müssen also durch Addition dieser drei Teile wieder das ursprüngliche weisse Licht erhalten.

Der Ausdruck „additive Methode“ für die optische Synthese des Farbbildes wird uns nun verständlich sein. Das ist der fundamentale Unterschied zwischen subtraktiver und additiver Methode: bei der ersteren entsteht durch Mischung der drei Grundfarben Schwarz, bei der letzteren Weiss.

Auf diesen Grundprinzipien beruht die jetzt zu beschreibende Methode der Farbenphotographie, die allerdings,

wie wir hier nochmals betonen wollen, keine wirklich farbigen materiellen Bilder liefert, sondern nur mit optischen Mitteln die drei Teilbilder zur Deckung bringt. Natürlich können für die optische Synthese nicht die drei Teilbilder benutzt werden, aus denen wir bei dem subtraktiven Verfahren das farbige Bild zusammensetzen, denn abgesehen von sonstigen Unmöglichkeiten, würde die optische Synthese dieser Bilder Schwarz als Weiss wiedergeben. Auf den dem Schwarz des Originales entsprechenden Stellen sind die drei Teilbilder natürlich intensiv gefärbt und gerade aus diesen drei intensiven Farben entsteht, wie wir oben gesehen haben, bei der optischen Synthese Weiss.

Man muss also einen ganz anderen Weg einschlagen, um für die optische Synthese geeignete Bilder zu erzeugen. Schon Maxwell, Ducos du Hauron und Ch. Cros, die Erfinder und Förderer der Dreifarbenphotographie, haben die Möglichkeit angedeutet, durch optische Mittel die drei Teilbilder zu einem Bild in natürlichen Farben zu vereinigen, aber erst durch die Bemühungen von Léon Vidal und Ives gelang es, die Methode praktisch brauchbar zu machen.

Die drei Teilnegative werden wie beim Dreifarbendruck durch Filteraufnahmen hergestellt, doch absorbieren die zu verwendenden „additiven" Filter nicht, wie beim Dreifarbendruck, im wesentlichen nur eine Farbe und lassen alle anderen durchgehen, sondern sie zerschneiden das Spektrum gewissermassen in drei Teile:

Das Rotfilter lässt nur Rot und Gelb durch, absorbiert Blau und Grün. Das Grünfilter lässt nur Gelb und Grün durch, absorbiert Blau und Rot. Das Blaufilter lässt nur Blau durch, absorbiert Rot, Grün und Gelb. Da, wie wir oben gesehen haben, das Gelb bei der optischen Synthese nur durch Mischung von Grün und Rot erzeugt werden kann, muss Gelb bei der Aufnahme auf dem roten und grünen Negativ wirken, muss also von dem roten und grünen Filter durch-

gelassen werden. Von den mittels dieser Filter erhaltenen Negativen werden gewöhnliche Diapositive (auf Chlorbromsilberplatten) in schwarzem Ton hergestellt, auf denen immer nur das hell erscheinen wird, was der Farbe des betreffenden Aufnahmefilters entspricht. Werden die Aufnahmefilter nun auf die entsprechenden Diapositive gelegt und die Bilder nebeneinander auf einen weissen Schirm projiziert, so erscheint auf dem roten Bilde nur das, was im Original rot, gelb oder weiss war, auf dem grünen Bilde nur das, was im Original grün, gelb oder weiss war, auf dem blauen Bilde nur das, was im Original blau, violett oder weiss war. Schwarz erscheint auf allen drei Bildern dunkel, weil auf die betreffenden Stellen überhaupt kein Licht fällt. Bringen wir nun die drei farbigen Bilder auf dem Schirme zur Deckung, so entsteht ein Bild in natürlichen Farben, wobei das Weiss durch Addition der drei Grundfarben zustande kommt.

Während man also beim subtraktiven Verfahren die drei Teilbilder mit den dem Aufnahmefilter komplementären Farben färbt, werden hier gewissermassen durch das farbige Licht die drei Teilbilder mit den Farben der Aufnahmefilter selbst gefärbt. Das erscheint nur auf den ersten Blick wunderbar. Denn beim subtraktiven Verfahren werden nur die Schatten gefärbt, d. h. die Stellen des Positivs, die den durchsichtigen, vom Licht nicht veränderten Stellen des Negativs entsprechen; beim additiven Verfahren erscheinen dagegen die Lichter gefärbt, die den geschwärzten Stellen des Negativs entsprechen.

Ähnlich wie bei der subtraktiven Methode verfährt man übrigens bei den gewöhnlichen Kopiermethoden der Schwarzphotographie: wie man beim Dreifarbendruck beispielsweise das durch grünes Licht erzeugte Positivbild mit dem komplementären Rot färbt — ebenso kopiert man bei der gewöhnlichen Schwarzphotographie das durch das weisse Licht erzeugte Bild im dunkeln Ton.

Anstatt die drei Diapositive durch einen dreifachen Projektionsapparat auf einem weissen Schirm zur Deckung zu bringen, kann man dasselbe auch mit Hilfe von Spiegeln erreichen. Da nur wenige in der glücklichen Lage sind, sich einen der für diesen Zweck besonders konstruierten, sehr kostspieligen Dreifarbenprojektionsapparate anzuschaffen, wollen wir uns auf die genaue Beschreibung der Spiegelmethode beschränken.

Dem Amerikaner Ives gebührt das Verdienst, einen auf den geschilderten Prinzipien beruhenden Apparat, das Photochromoskop, konstruiert zu haben. Dieser Apparat wurde eine Zeitlang durch eine besondere Gesellschaft vertrieben, die jedoch nicht reussierte. Die Wirkung des damaligen Chromoskops war nicht besonders gut, einerseits, weil die Technik der Dreifarbenphotographie noch in den Kinderschuhen steckte, andererseits weil die Farbfilter des Chromoskops ungeeignet waren und viel zu viel Licht absorbierten. Später wurde das Chromoskop von dem Hofphotographen Zink in Gotha bedeutend vereinfacht und ein ähnlicher, nach den Angaben von Professor Miethe konstruierter Apparat wird neuerdings von dem Kunsttischler Bermpohl in Berlin in den Handel gebracht.

Ehe wir dazu übergehen, die Herstellung der Chromoskopbilder und die Konstruktion des Chromoskops zu beschreiben, müssen wir noch einige Bemerkungen vorausschicken.

Wenn wir oben sagten, aus Rot + Grün + Blau entstände Weiss, so gilt das streng genommen nur für reine Spektralfarben, d. h. für Farben, die alle Lichtarten ausser einer einzigen absorbieren oder mit andern Worten nur eine Lichtart reflektieren. Körperfarben von dieser Eigenschaft gibt es nun aber nicht; auch die leuchtenden und uns sehr rein erscheinenden Teerfarbstoffe erfüllen diese Bedingung nur sehr unvollkommen. So existiert z. B. kein künstlicher

oder natürlicher Farbstoff, der nur gelbe Lichtstrahlen reflektiert bzw. durchlässt. Alle gelben Körper reflektieren vielmehr stets rotes, gelbes und grünes Licht. Man wird daher praktisch durch Vereinigung von drei farbigen Lichtarten kein völlig reines Weiss erhalten, sondern nur eine helle weissliche Nuance. Zum Glück schadet das nicht viel, da unser Auge helle weissliche Flecken für rein weiss hält, wenn sie von lebhaften satten Farben umgeben sind.

Trotz dieses kleinen Mangels übertreffen die durch das Chromoskop erzeugten Bilder an Leuchtkraft der Farbe, an Zartheit und Naturwahrheit die meisten Dreifarbendiapositive. Dass die Bilder nicht wirklich farbig *sind*, sondern nur im Chromoskop farbig *erscheinen*, wird von manchen nicht mit Unrecht als Grund angeführt, weshalb diese Art der Farbenphotographie nie populär werden würde. — Ebensogut könnte man aber Stereoskopbilder wertlos nennen, weil sie erst bei der Betrachtung mit dem Stereoskop plastisch wirken, oder man könnte den Diapositiven vorwerfen, dass sie ihre volle Schönheit erst bei der Projektion entfalten. So gut wie das Stereoskop und der Projektionsapparat, und zwar leichter als letzterer, kann auch das Chromoskop grössere Verbreitung finden, und es wäre zu wünschen, dass dieser interessante Apparat billig genug auf den Markt gebracht wird, um weiteren Kreisen zugänglich zu sein. Den Photographen könnte dann eine neue Einnahmequelle aus der Herstellung von Chromoskopbildern erwachsen, zumal da einer Massenfabrikation solcher Bilder nichts im Wege steht, — handelt es sich doch nur um gewöhnliche schwarze Diapositive.

Das Aufnahmeverfahren ist für Dreifarbendruck- und für Chromoskopbilder das gleiche, aber während die Schwierigkeiten und Umständlichkeiten des Dreifarbendrucks erst beim Kopieren beginnen, genügt es für die Methode der optischen Synthese, drei gewöhnliche Kontaktdiapositive zu

machen. Der Chromoskop-Photograph braucht keine neuen Methoden zu erlernen, braucht nicht mit Farblösungen zu hantieren und sich sein Kopiermaterial mühsam selbst herzustellen — seine ganze Arbeit beschränkt sich, wie gesagt, auf die Herstellung gewöhnlicher Diapositive nach den Teilnegativen.

Aufnahmeapparat und Filter.

Für den Aufnahmeapparat gilt hier genau das auf Seite 11 Gesagte, nur die Filter müssen zum Teil durch andere ersetzt werden. Die empfohlenen Apparate gestatten in einfachster Weise eine Auswechselung der Filter, was für denjenigen, der nach beiden Methoden die Dreifarbenphotographie betreibt, sehr bequem ist.

Die allgemeinen Bemerkungen über die Herstellung von Lichtfiltern (S. 17) gelten selbstverständlich auch für die additiven Filter.

Als Blaufilter kann recht gut das für die subtraktive Methode verwendete dienen, welches so dunkel ist, dass es vom Rot nur die äussersten, am wenigsten brechbaren Strahlen durchlässt. Diese wirken auch auf die modernen panchromatischen Platten bei der für die blauen Strahlen erforderlichen kurzen Expositionszeit nicht mehr ein. Zur Herstellung eines additiven Blaufilters löst man wie auf Seite 22 beschrieben:

3 *g* Krystallviolett und 1 *g* Methylenblau (chlorzinkfrei) in 100 *ccm* Wasser, fügt 5—6 Tropfen Essigsäure hinzu und versetzt 100 *ccm* 6°/₀iger Gelatinelösung mit 8 *ccm* der Farblösung. Auf je 100 *qcm* Plattenoberfläche werden 7 *ccm* der filtrierten Farbgelatine gegossen. Das Filter wird aus zwei solchen gefärbten Glasscheiben zusammengekittet.

Das additive Grünfilter soll nur Grün und Gelb durchlassen, Blau und Rot absorbieren. Zur Herstellung der Farb-

gelatine löst man 6 *g* Tartrazin und 1 *g* Patentblau in 140 *ccm* heissen Wassers. 100 *ccm* der 6%igen Gelatinelösung werden mit 7—8 *ccm* Farblösung versetzt und sorgfältig filtriert. Auf je 100 *qcm* Plattenoberfläche giesst man 7 *ccm* Farbgelatine. Zur Herstellung des Filters werden wie immer zwei so präparierte Platten verkittet.

Dieses Grünfilter lässt etwas Rot am äussersten Ende des Spektrums durch, was aber durchaus nicht schadet.[1]) Wir können auch dieses Rot durch Zusatz von Naphtolgrün absorbieren, doch erfordert dann das Filter der trüben Nuance wegen eine längere Expositionszeit. Für ein solches Filter löst man 2 *g* Naphtolgrün, 1 *g* Patentblau und 6 *g* Tartrazin in 180 *ccm* heissen Wassers und mischt 100 *ccm* 6%ige Gelatinelösung mit 8—9 *ccm* Farblösung. Auf je 100 *qcm* Plattenoberfläche kommen 7 *ccm* Farbgelatine.

Dieses Filter dämpft das äusserste Rot sehr stark: wollte man alles Rot wegnehmen, so würde das Filter allzu dunkel ausfallen und enorm lange Expositionen erfordern.

Das gleiche Resultat, die fast vollkommene Absorption des äussersten Rots, erzielt man bei Verwendung von Filtergrün II neu der Höchster Farbwerke. Von diesem Farbstoff werden 4 *g* in 120 *ccm* Wasser gelöst und 100 *ccm* der 6%igen Gelatine mit 6—7 *ccm* der Farblösung versetzt.

Besonders lichtdurchlässige und helle Filter erzielt man bei Anwendung von Rapidfiltergrün II; diese Filter lassen jedoch ziemlich viel, allerdings unschädliches, Rot passieren.

Nach den Erfahrungen des Verfassers ist es nicht vorteilhaft, durch grösseren Zusatz von Blau das Gelb zu stark zu dämpfen. Das Grün wirkt dann bei der durch das dunklere Filter verlängerten Exposition zu kräftig und wird auf dem Diapositiv zu hell wiedergegeben, wodurch das Grün des Bildes allzu lebhaft und unnatürlich erscheint.

---

1) Siehe Seite 22.

Das Grün, dessen korrekte Wiedergabe beim substraktiven Verfahren häufig grosse Schwierigkeiten macht, wird nach der additiven Methode meist viel besser wiedergegeben. Im Dreifarbendruck erscheint das Grün oft bräunlich, weil das Grünfilternegativ an den entsprechenden Stellen nicht genügend gedeckt ist; so kommt es, dass in das Grün zuviel Rot hineindruckt. Weist dagegen beim additiven Verfahren das Grünfilternegativ ungenügende Deckung im Grün auf, so wird im Diapositiv und damit auch im farbigen Chromoskopbild das Grün höchstens etwas dunkel, niemals aber missfarbig erscheinen.

Das Rotfilter soll nur Rot nnd Gelb durchlassen, Grün und Blau völlig absorbieren. Man löst 4 *g* Tartrazin und 3,5 *g* Rose bengale in 150 *ccm* Wasser und versetzt 100 *ccm* 6%ige Gelatinelösung mit 7—8 *ccm* Farblösung. Auf je 100 *qcm* Plattenoberfläche kommen 7 *ccm* Farbgelatine.

Statt des additiven Rotfilters kann ganz gut auch ein subtraktives dienen, dass sich von jenem nur durch eine geringere Absorption im Gelbgrün unterscheidet. Darnach ist es also nur das additive Grünfilter, das wesentlich von dem subtraktiven abweicht.

Das Verkitten der Filter mit Kanadabalsam geschieht genau in der früher (S. 20) geschilderten Weise.

Ebenso gilt für die Aufnahmeplatten das auf Seite 25—32 Gesagte.

Die relativen Expositionszeiten sind bei Verwendung von Pinachrombadeplatten annähernd:

für das Blaufilter 1
für das Grünfilter 5
für Rapidgrünfilter 3
für das Rotfilter 3—4.

Die genaue Bestimmung der relativen Expositionszeiten geschieht in der auf Seite 32 für die subtraktive Methode beschriebenen Weise.

Die Teilnegative sollen folgenden Anforderungen entsprechen:

1. Auf dem Blaunegativ soll Blau und Violett stark gedeckt, Scharlachrot, Gelb und Grün klar sein.
2. Auf dem Grünnegativ soll Grün und Gelb stark gedeckt, Rot und Blau klar sein.
3. Auf dem Rotnegativ soll Rot und Gelb stark gedeckt, Blau und bläulich Grün klar sein.

Ein bläuliches Rot soll auch auf dem Blaunegativ, ein gelbliches Grün auch auf dem Rotnegativ kommen. Weiss ist selbstverständlich auf allen drei Negativen stark gedeckt, schwarz auf allen klar.

Die Negative sollen ziemlich kräftig und klar, aber lieber noch etwas zu weich als zu hart sein. Die Erfahrung lehrt sehr bald, wie die Negative sein müssen, damit sie gute Diapositive liefern.

Das Kopieren der Teilnegative.

Zur Herstellung der Diapositive benutzt man Platten und Entwickler, die einen möglichst rein schwarzen Ton geben. Man halte die Diapositive kräftig und klar, aber keineswegs hart. Sind die Bilder zu flau, so erscheinen die dunkelsten Stellen, die gar kein Licht durchlassen sollten, noch etwas durchsichtig und bringen falsches Licht in das Bild, welches die Farben trüb und weisslich macht Sind andererseits die Bilder zu hart, so erscheinen die Farben ausserordentlich grell, unnatürlich lebhaft, und die hellen Partieen zeigen keine Details. Nur Erfahrung lehrt hier das Richtige zu treffen, aber diese Erfahrung wird sehr leicht und schnell erworben.

Das Entwickeln der Diapositive setzt man solange fort, bis auch die lichtesten Stellen einige Detailzeichnung aufweisen. Ist dies nicht zu erreichen, ohne dass alles Übrige

zu schwarz wird, so ist das Diapositiv zu kurz belichtet oder das Negativ zu hart. Im letzteren Fall ist Ammoniumpersulfat zur Abschwächung des Negativs anzuwenden. Belegen sich die Lichter des Diapositivs zu stark, ehe das übrige Bild genügend gedeckt erscheint, so hat man das Diapositiv zu lange belichtet oder das Negativ ist zu flau.

Wenn der Charakter der drei Teilnegative verschieden ist, so ist das beim additiven Verfahren viel weniger schädlich als beim subtraktiven, da sich diese Verschiedenheiten bei der Herstellung der Diapositive leicht ausgleichen lassen; leicht für jeden wenigstens, der im Belichten und Entwickeln von Diapositiven einige Erfahrung hat. So wird man für ziemlich harte Negative reichlich belichten und sehr verdünnten Entwickler nehmen, für flaue Negative dagegen einen hart arbeitenden konzentrierten Entwickler und Zusatz von etwas Bromkalium verwenden.

Von der Angabe spezieller Entwicklungsvorschriften sehen wir ab, da sich mit jedem Entwickler Gutes erzielen lässt und es hauptsächlich darauf ankommt, mit welchem Präparat man eingearbeitet ist.

Zu flaue Diapositive, die, wie wir oben sahen, matte weissliche Farben geben, lassen sich sehr wohl durch Verstärken verbessern. Unrichtige Belichtung und Entwicklung der Diapositive beeinflusst nicht die Farbenwiedergabe an sich, nicht die Nuancen, sondern nur die Intensität des Bildes. Die Farben werden, gute Negative vorausgesetzt, in der Nuance fast immer gut, in ihrer Leuchtkraft aber häufig schlecht sein.

Hat man für alle drei Aufnahmen nur eine einzige Platte benutzt, so kann man natürlich die drei Diapositive gleichzeitig auf einer Platte machen und sie dann später auseinanderschneiden.

Wenn von manchen Autoren betont wird, man dürfe bei der Farbenphotographie überhaupt nicht verstärken, ab-

schwächen oder die Platten individuell behandeln, so kann dem der Verfasser durchaus nicht beistimmen. Selbstverständlich gelingen bei der Farbenphotographie ebenso wenig alle Aufnahmen wie bei der gewöhnlichen Schwarzphotographie. Sind aber die Expositions- oder Entwicklungsfehler nicht allzu gross, so kann man sehr wohl durch vernünftige, zielbewusste Korrektur der Negative und Diapositive tadellos schöne Bilder erzielen.

Ein rein mechanisches, sich mit mathematischer Präzision vollziehendes Kopieren der Natur ist die Farbenphotographie nicht und das wird sie wohl auch niemals werden. Wer ganz automatisch arbeitet, wird nur selten einen Treffer erzielen.

Die fertigen Diapositive werden zweckmässig mit den Buchstaben b, g, r (= blau, grün, rot) signiert und zum Schutze mit Lack überzogen.

Der Betrachtungsapparat.

Die drei Teilbilder lassen sich, wie wir weiter oben gesehen haben, entweder durch einen dreifachen Projektionsapparat oder vermittels des Photochromoskops zu einem farbig erscheinenden Bilde vereinigen. Da ein Dreifarben-Projektionsapparat seines hohen Preises wegen nur wenigen zugänglich ist, wollen wir uns auf die Beschreibung des Chromoskops beschränken. Chromoskope sind, wie bereits erwähnt, käuflich zu haben, bis jetzt allerdings nur zu relativ hohen Preisen. Wir wollen deswegen die Herstellung eines solchen Apparates genau beschreiben, um jeden in den Stand zu setzen, sich mit Hülfe eines geschickten Schreiners ein derartiges Instrument selbst zu bauen, das in seinen Leistungen hinter den käuflichen Apparaten keineswegs zurücksteht.[1])

1) Ein billiges, gutes Chromoskop wird von dem Camerafabrikanten Horn in Wiesbaden gebaut.

Das Prinzip des Chromoskops lässt sich am einfachsten an Hand der nebenstehenden schematischen Zeichnung (Fig. 1) erläutern. Das treppenförmige Gehäuse hat bei L, L′ und

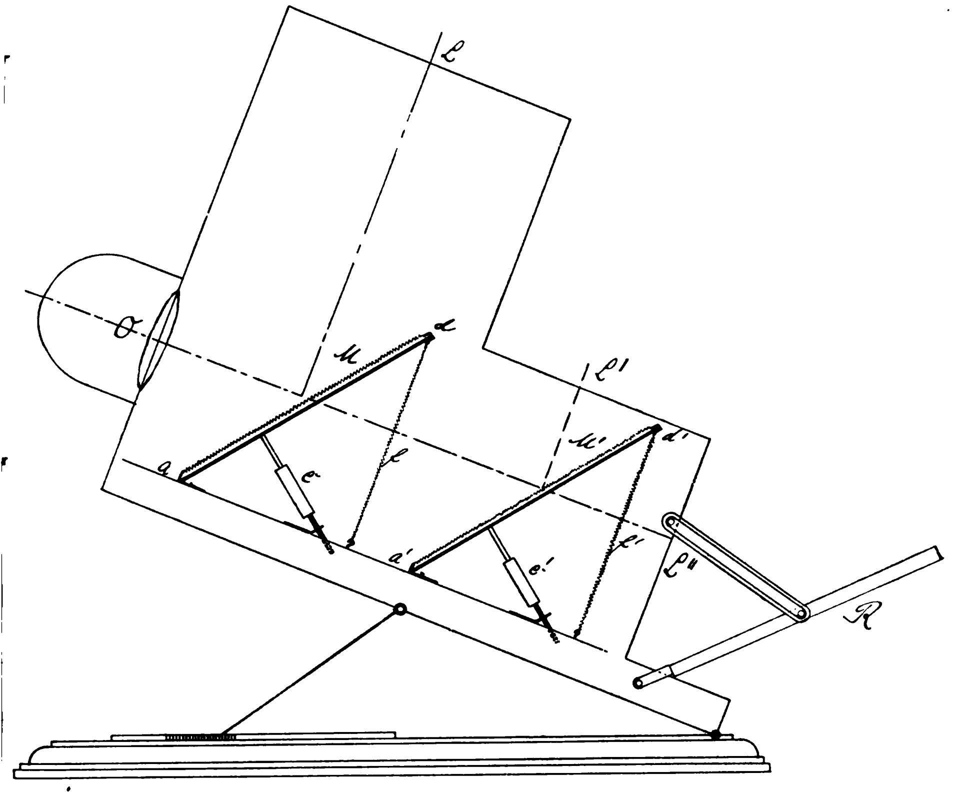


Fig. 1.

L″ Ausschnitte für die Lichtfilter. Im Innern befinden sich zwei durchsichtige Spiegel M und M′, die unter einem Winkel von 45° zur Grundfläche des Kastens geneigt sind. R ist ein gewöhnlicher Quecksilberspiegel oder besser ein weisses Milchglas und dient zur Beleuchtung des Lichtfilters bei L″. Auf die

Lichtfilter werden später die betreffenden Diapositive gelegt. Das bei O befindliche Auge sieht dann durch die Spiegel M und M′ hindurch das Diapositiv bei L″. Das Bild von L′ wird von dem Spiegel M′ reflektiert und gelangt durch M in das Auge O. Das Bild von L wird durch den Spiegel M in das Auge O reflektiert. Durch die unter 45° geneigten Spiegel M und M′ werden die horizontal liegenden Bilder bei L und L′ aufgerichtet und in senkrechter Stellung bei L″ gesehen. Die Masse des Apparates sind so eingerichtet, dass die Spiegelbilder von L′ und L mit L″ zusammenfallen.

Bekanntlich liegt das Spiegelbild eines Gegenstandes scheinbar so weit hinter dem Spiegel wie der Gegenstand vor dem Spiegel. Es muss also $LM = ML''$ und $L'M' = M'L''$ sein. Daraus folgt, $LM - L'M' = ML'' - M'L''$ oder die Entfernung der Spiegel M und M′ von einander muss gleich der Entfernung von L und L′ sein.

Als Material für den Apparat dient gut ausgetrocknetes ca. 1 *cm* starkes Holz, das sich nicht wirft.

Für Bilder von 9 × 12 *cm* Grösse sind etwa folgende Abmessungen inne zu halten:

Ausssenmasse in *mm*. (Fig. 2.)

$AB = 285$, $CD = AF = 165$, $BC = 265$, $AG = 135$, $HG = 125$, $CJ = 160$, $HJ = 130$.

Die horizontalen Flächen A G K F und H J E M haben genau in der Mitte einen Ausschnitt von etwa 10×13 *cm*; die Vertikalfläche C D E J bekommt einen gleichen Ausschnitt, dessen obere Kante genau soweit von J E entfernt ist, wie die nächst J E liegende Kante des Ausschnittes von H J E M. Die eine Seitenwand A B C J H G trägt eine mit Scharnieren und Vorreibern befestigte Klappe, die so gross ist, dass man die gleich zu erwähnenden Spiegel mit dem sie tragenden Brettchen bequem in den Apparat stellen kann.

Auf einem Brettchen von genau der Grösse der inneren Bodenfläche des Apparates werden die beiden vorher erwähnten durchsichtigen Spiegel M und M′ (Fig. 1) in folgender Weise befestigt: Die etwa 135 × 135 *mm* messenden Spiegel legen sich mit ihrer unteren Kante an je zwei auf

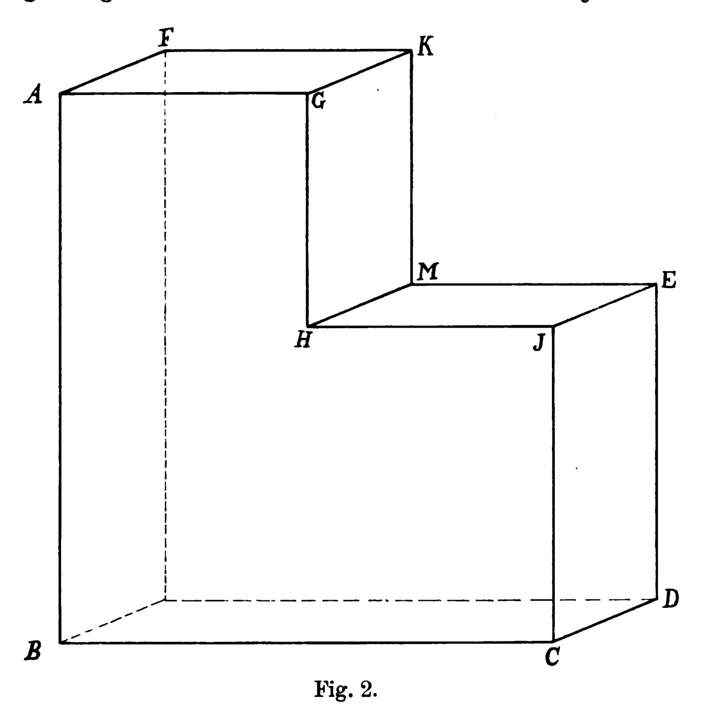


Fig. 2.

dem Brettchen angeschraubte Metallwinkel, a und a′, deren kürzerer Schenkel etwa 5 *mm* über dem Brette vorsteht. Der längere Schenkel hat einen etwa 25 *mm* langen Schlitz, durch den die Befestigungsschraube geht. Der Schlitz hat den Zweck, ein eventuell erforderliches Verschieben des Metallwinkels zu ermöglichen. Von hinten werden die Spiegel durch je eine Schraube (c und c′) gestützt, vermittelst derer

die Spiegel mehr oder weniger schräg gestellt werden können. Die Schrauben stehen am besten senkrecht zur Fläche der um 45° geneigten Spiegel, müssen also selber den gleichen Winkel mit dem Grundbrettchen bilden. Damit die Spiegel den nötigen Halt haben, tragen sie an ihren oberen Kanten eine schmale Blechkappe (d und d′), an deren Enden nach vorn und hinten je eine aus gehärtetem Messing- oder Stahldraht gewickelte Spiralfeder (f und f′) angelötet ist, die man in kleine zu diesem Zweck auf dem Grundbrett befestigte Ösen einhakt.

Die Entfernung der beiden Spiegel von einander ist, wie oben erwähnt, gleich GH (Fig. 2) = 125 *mm*. Der hintere Spiegel soll mit seiner Blechkappe die Rückwand CDEJ des Apparates fast berühren. Das bei L″ (Fig. 1) befindliche Bild wird durch einen mittelst Scharnier beweglichen gewöhnlichen Quecksilberspiegel oder besser durch eine Milchglasplatte beleuchtet. Der ganze Apparat wird schliesslich durch Charniere, die bei CD (Fig. 2) angebracht sind, auf einem starken Brett befestigt, damit man ihn gegen den Himmel richten und in beliebiger Stellung fixieren kann (in Fig. 1 angedeutet).

Ein Stück der Vorderwand ABF ist ausgeschnitten und mit Scharnier und Vorreiber wieder befestigt. In dem ausgeschnittenen Brettchen wird eine gewöhnliche bikonvexe Linse von 35—40 *cm* Brennweite so befestigt, dass die optische Achse der Linse ungefähr die Mitte des Ausschnittes von CDEJ trifft. Die Linse braucht durchaus nicht achromatisch zu sein, es genügt ein gewöhnliches sogenanntes Vergrösserungsglas, wie man es für wenige Pfennige bei jedem Optiker kauft. Man wählt zweckmässig eine möglichst grosse Linse, damit man mit beiden Augen gleichzeitig hindurchblicken kann; oben und unten wird die Linse durch Bekleben mit schwarzem Papier abgeblendet, so dass nur ein horizontaler Spalt für die hindurchblickenden Augen übrig

bleibt. Der Chromoskopkasten und das die Spiegel tragende Brettchen werden innen sorgfältig mattschwarz gestrichen. Man benutzt dazu eine dünne alkoholische Schellacklösung, die man mit soviel Lampenruss versetzt, dass der Anstrich weder glänzt noch abfärbt.

Anfertigung der Lichtfilter für das Chromoskop.

Für die Lichtfilter des Betrachtungsapparates braucht man kein Spiegelglas zu nehmen, es genügt planes, blasenfreies Glas, das man sich am besten aus alten Trockenplatten in der Grösse 10 × 13 *cm* zurechtschneidet. Auch brauchen die Filter nicht mit Kanadabalsam verkittet zu werden, man benutzt aber auch hier für jedes Filter stets zwei gefärbte Scheiben, die mit den Schichtseiten zusammengelegt werden.

Blaufilter. 3 *g* Kristallviolett und 1 *g* Methylenblau werden unter Zusatz von 5—6 Tropfen Essigsäure in 100 *ccm* Wasser warm gelöst. 100 *ccm* 6prozentige Gelatinelösung werden mit 2—3 *ccm* Farblösung versetzt, filtriert und auf eine Platte 10×13 *cm* 10 *ccm* der Farbgelatine gegossen.

Grünfilter. Auch hier ist das Grünfilter das einzige, welches einige Schwierigkeiten macht. Man tut deswegen gut, gleich 5—6 Grünfilter von möglichst verschiedener Intensität herzustellen, unter denen man später die beiden besten auswählt.

6 *g* Tartrazin
1 *g* Patentblau
2 *g* Naphtolgrün

werden in 180 *ccm* Wasser warm gelöst und 100 *ccm* 6prozentige Gelatinelösung mit 2,5—3,5 *ccm* Farblösung versetzt. Auf je eine Platte 10×13 *cm* kommen 8—16 *ccm* Farbgelatine, um verschieden stark gefärbte Filter zu erhalten. Selbstverständlich kann man auch die Gelatinelösung mit verschiedenen Mengen Farbstoff versetzen und dann auf alle Platten dasselbe Quantum Farbgelatine giessen.

Rotfilter. 4 *g* Tartrazin und 3,5 *g* Rose bengale werden in 150 *ccm* Wasser gelöst. 100 *ccm* 6prozentige Gelatinelösung werden mit 4—5 *ccm* Farblösung versetzt, filtriert und auf je eine 10×13 *cm*-Platte 10 *ccm* Farbgelatine gegossen.

Die Spiegel.

Da die Spiegel M und M′ (Fig. 1) nicht nur die Bilder bei L und L′ reflektieren, sondern auch das Bild von L″ durchlassen müssen, sind gewöhnliche, undurchsichtige Quecksilberspiegel nicht brauchbar. Dagegen kann man versilberte oder platinierte Gläser benutzen, die einen so dünnen Metallniederschlag haben, dass sie genügend durchsichtig sind. Diese Spiegel haben den Nachteil, dass sie schwer zu beschaffen und leicht verletzlich sind, und dass sie durch ihre in der Durchsicht bräunliche oder graue Farbe das farbige Bild trüben. Gewöhnliches unbelegtes Spiegelglas ist nicht brauchbar, weil es gar zu schwach reflektiert.

Am besten verwendet man in der Masse ziemlich hell gefärbtes Spiegelglas für die Chromoskopspiegel, die dann nicht nur stark reflektieren, sondern auch gut durchsichtig sind und ein von der hinteren Spiegelfläche erzeugtes zweites Spiegelbild nicht aufkommen lassen, wie wir nachher sehen werden.

Zunächst werden die Lichtfilter provisorisch in den Ausschnitten des Kastens befestigt und zwar bei L (Fig. 1) das rote, bei L′ das blaue und bei L″ das grüne Filter, jedes aus zwei gefärbten Scheiben bestehend.

Der Spiegel M′ soll nun das blaue Bild von L′ reflektieren und das grüne Bild von L″ ungeschwächt durchlassen. Es ist für diesen Spiegel also grünes Glas möglichst von der Nüance des Lichtfilters bei L″ zu wählen. Der Spiegel M soll das rote Bild von L reflektieren und sowohl das grüne Bild L″ als auch das blaue Bild L′ ungehindert durchlassen,

es ist also für diesen Spiegel grünblaues Glas zu nehmen, welches blaue und grüne Strahlen durchlässt.

Bekanntlich gibt jeder gewöhnliche, belegte Glasspiegel zwei Bilder, das eine kräftigere entsteht durch Reflektion an der belegten Hinterfläche des Spiegels, das andere schwächere an der Vorderfläche. Ein solch sekundäres, das Hauptbild verschleierndes Spiegelbild kann bei der oben erwähnten Anordnung nicht entstehen. Das blaue, auf den grünen Spiegel M′ fallende Licht wird zwar von der Vorderfläche des Spiegels stark reflektiert, wird jedoch, bevor es die Rückseite des Spiegels erreicht, durch die grüne Glasmasse stark geschwächt und nach der Reflektierung beim erneuten Passieren des grünen Glases völlig absorbiert, so dass nur die Vorderfläche des Spiegels für die Reflexion in Betracht kommt. Genau so verhält es sich mit dem blauen Spiegel M′: ein Reflektieren des roten Bildes von der Rückseite des Spiegels ist ausgeschlossen, weil das rote Licht beim zweimaligen Durchgang durch das blaue Glas völlig absorbiert wird. Man sollte nun erwarten, dass Spiegel aus farblosem, mit gefärbter Gelatine überzogenem Glas für das Chromoskop unbrauchbar seien, der doppelten Spiegelungen wegen. Das ist jedoch nicht der Fall; man erhält mit solchen Gläsern ebenso scharfe und schöne Bilder wie mit in der Masse gefärbten Spiegeln[1]), sodass man diese sehr wohl entbehren und sich geeignete Spiegel leicht selbst herstellen kann. Der Verfasser möchte sogar letzteres mehr empfehlen, denn die in der Masse gefärbten Spiegelgläser sind in richtiger Nuance schwer zu beschaffen; das grüne Glas ist meist trübe und das blaue fast immer rötlich statt grünlich, so dass man mit selbsthergestellten, spektroskopisch richtigen Spiegeln meist viel besser auskommt. Die Herstellung der

1) Das sekundäre Spiegelbild ist infolge der auch hier stattfindenden Absorption so schwach, dass es neben dem leuchtenden primären Bild nicht wahrgenommen wird.



Spiegel gelingt sehr leicht auf folgende Weise: dünne weisse Spiegelgläser von der Grösse 135×135 *mm* werden in der Seite 17 beschriebenen Weise mit schwach gefärbter Gelatine überzogen und nach dem Trocknen mit einer zweiten, nicht begossenen Spiegelscheibe mittels Kanadabalsam verkittet.

Farbgelatine für den grünen Spiegel:

0,5 *g* Tartrazin, 0,8 *g* Naptholgrün und 1,2 *g* Patent- blau werden in 250 *ccm* Wasser gelöst. 100 *ccm* 6prozentige Gelatinelösung werden mit 8 *ccm* Farblösung versetzt und filtriert. Auf eine Scheibe 135×135 *mm* kommen etwa 13 *ccm* Farbgelatine.

Farbgelatine für den blauen Spiegel:

1 *g* Patentblau wird in 100 *ccm* Wasser heiss gelöst. 100 *ccm* 6prozentige Gelatinelösung werden mit 4 *ccm* Farblösung versetzt und filtriert. Auf eine Scheibe 135×135 *mm* kommen auch hier etwa 13 *ccm* Farbgelatine.

Die farbigen Spiegel werden nun in der früher (Seite 86) beschriebenen Weise auf dem Brettchen befestigt, mit dem sie einen Winkel von ungefähr 45° bilden sollen. Unter dem Blaufilter soll also der grüne, unter dem Rotfilter der blaue Spiegel stehen.

Das Chromoskop wird jetzt schräg gegen den hellen Himmel gerichtet, sodass das Licht voll und ungehindert auf die Farbfilter fallen kann. Man blickt durch die Linse und ändert durch die Schrauben die Neigung der beiden farbigen Spiegel solange, bis sich die Bilder der Filterausschnitte möglichst decken, schmale Farbränder des Gesichtsfeldes schaden jedoch nicht. Das Gesichtsfeld soll, wenn die Filter stimmen, weisslich und sehr hell erscheinen. Ist das Gesichtsfeld stark rötlich oder grünlich gefärbt, so ist das Grünfilter nicht in Ordnung. Bei rotem Gesichtsfeld ist das Grünfilter zu dunkel, bei grünem Gesichtsfeld ist es zu hell. Man vertauscht also solange das Grünfilter gegen ein anderes, bis man ein möglichst reines Weiss erzielt hat. Sollte das

Gesichtsfeld gelblich sein, so ist das Blaufilter zu dunkel, ist das Gesichtsfeld blau, so ist das Rotfilter zu dunkel oder das Blaufilter zu hell. Wenn die Filter und Spiegel genau nach den gegebenen Vorschriften hergestellt sind, wird man höchstens mit dem Grünfilter etwas herum zu probieren haben. Ein absolut reines Weiss wird man, wie wir schon oben sahen, wegen der trotz aller Fortschritte bestehenden Unvollkommenheit unserer Farben niemals erzielen und muss sich mit einer möglichst hellen weisslichen Nuance begnügen.

Hat man die besten Filter ausprobiert, so befestigt man diese, die Gelatineseiten zusammengelegt, durch aufgeklebte Papierstreifen definitiv in den entsprechenden Ausschnitten. Zum Festhalten der Diapositive dienen bei L″ (Fig. 1) zwei Blech- oder Holzfalze, in die man das Diapositiv einschiebt. Bei L′ uud L werden am einfachsten federnde Messingblechstreifen angebracht, die durch ihren Druck die Diapositive in jeder Lage festhalten, aber doch ein beliebiges Verschieben der Bilder gestatten.

Vor das Grünfilter L″ wird jetzt das Diapositiv eingeschoben, welches der Grünaufnahme entspricht, auf das Rotfilter L wird das Diapositiv der Rotaufnahme gelegt. Das Blaufilter wird vorläufig durch ein Stück Karton oder dergl. verdeckt. Da das grüne Bild in seinem Rahmen unverrückbar fixiert ist, verschiebt man das Rotdiapositiv solange, bis die beiden Bilder sich vollkommen decken. Dann nimmt man den Karton, der das blaue Bild bedeckt, fort und stellt dies in gleicher Weise ein.

Die Bilder sind ausserordentlich farbenprächtig, leuchtend und, wenn die Aufnahmen und die Diapositive richtig gemacht sind, von verblüffender Naturwahrheit. Besonders wirkungsvoll sind natürlich auch hier wieder Stereoskopbilder, bei denen die Wirkung der Farben noch durch den plastischen Effekt unterstützt wird. —

Stimmen die Masse des Chromoskops nicht genau, so kann

es vorkommen, dass die drei Bilder sich zwar vollkommen decken, aber nicht in einer Ebene liegen; es liegt dann z. B. das rote Bild vor oder hinter dem grünen. Liegt das rote Spiegelbild vor dem grünen Diapositiv, so ist die Entfernung LM (Fig. 1) zu klein, liegt es dahinter, so ist LM zu gross. Man kann Abhilfe schaffen entweder durch Verrücken des Spiegels M nach vorn oder hinten oder durch Veränderung der Entfernung LM (Fig. 1) resp. GH (Fig. 2). Es ist gut, auf diese Eventualität bei der Anfertigung des Apparates von vornherein Rücksicht zu nehmen und denselben zunächst so einzurichten, dass man die Höhen GH und CJ durch Auflegen eines Holzrähmchens oder durch Abhobeln etwas verändern kann. Dieses Regulieren des Apparates braucht selbstverständlich nur einmal vorgenommen zu werden, während die Diapositive jedesmal von neuem eingestellt werden müssen. Diese Einstellung ist jedoch keineswegs schwierig und schon bei geringer Übung sehr schnell ausführbar. Mikrometerschrauben und dergl. für die feine Einstellung des Bildes sind zum mindesten überflüssig und komplizieren den Apparat nur unnötig. Allerdings muss man für das Einstellen der Bilder eine ruhige Hand besitzen. Am einfachsten verfährt man, um das jedesmalige Justieren zu vermeiden, in folgender Weise:

Die Rot- und Blaudiapositive werden mit einem schmalen aufgeklebten Kartonrand versehen. An den Kanten GK und JE (Fig. 2) des Chromoskops wird ein einige Millimeter hoher Anschlagwinkel aus Holz oder Blech befestigt, gegen den sich das Bild mit seinem Kartonrand anlegt. Es ist nun leicht, durch vorsichtiges allmähliches Abschneiden des Kartons die Diapositive so einzurichten, dass sie sich vollkommen genau decken. Man braucht sie in der Folge dann immer nur fest gegen den Anschlag anzulegen, um sofortige Deckung der drei Bilder zu erzielen. Natürlich müssen dann die Spiegel in ihrer Lage bleiben. Jede kleinste Änderung in

der Stellung der Spiegel M und M′ hat zur Folge, dass die Teilbilder sich nicht mehr decken und von neuem justiert werden müssen.

Chromoskopbilder, die aus irgend einem Grunde nicht recht geraten sind und einen allgemein vorherrschenden z. B. grünlichen Farbton zeigen, lassen sich oft in ganz überraschender Weise verbessern, wenn man bei der Betrachtung im Chromoskop in unserem Falle vor das Gründiapositiv ein ganz schwach gefärbtes grünes Glas hält. Man präpariert sich zweckmässig mehrere solcher Gläser von verschiedenem Helligkeitsgrad, indem man zum Überziehen die auf Seite 79 für den Grünspiegel angegebene Mischung, jedoch mit noch geringerem Farbstoffzusatz verwendet. —

Ähnlich verfährt man, wenn bei trübem nebligen Wetter der überwiegenden roten und gelben Strahlen wegen das Gesichtsfeld des Chromoskops nicht weiss, sondern stark gefärbt erscheint. Man kann dann durch Einschalten von passend gewählten hellfarbigen Scheiben wieder ein Weiss erzielen, natürlich auf Kosten der Helligkeit des Bildes. So gibt uns das Chromoskop auch ein Mittel an die Hand, zu prüfen, ob die Zusammensetzung des Tageslichtes ungefähr normal ist. Das ist unter Umständen für Dreifarbenaufnahmen von grosser Wichtigkeit (vergl. Seite 34). Voraussetzung ist natürlich immer, dass das Chromoskop bei hellem, klaren Himmel auf Weiss eingestellt wurde.

Von künstlichen Lichtquellen kommen für die Beleuchtung der Chromoskopbilder nur elektrisches Bogen- und Magnesiumlicht in Betracht. Gasglühlicht und elektrisches Glühlicht sind nicht geeignet, weil beide zu wenig blaue Strahlen enthalten. Man kann deswegen bei solchem Licht niemals Weiss erzielen und wird bemerken, dass man das Blaubild ein- und ausschalten kann ohne merkliche Änderung des Effekts.

Das Chromoskop dient nicht nur zur Synthese der Dreifarbenbilder, sondern ist auch ein höchst interessantes, wissenschaftliches Spielzeug. Vor allem lassen sich die Gesetze der Farbenmischung mit dem Chromoskop vorzüglich studieren, nebenbei gestattet unser Apparat jedoch verschiedene hübsche Experimente. Wenn man z. B. zwei Teilbilder vertauscht, so lassen sich diese natürlich ebensogut zur Deckung bringen, aber man erhält falsche Farben, die oft sehr originell und überraschend wirken. Man kann auch statt der Diapositive die betreffenden Negative im Chromoskop betrachten und erhält ein Bild, auf dem Weiss schwarz und alle farbigen Gegenstände in ihren Komplementärfarben erscheinen. So lassen sich grüne Rosen mit roten Blättern, blaue Erdbeeren usw. hervorzaubern, Färbungen und Farbenzusammenstellungen, wie sie die blühendste Phantasie eines sezessionistischen Malers nicht auszudenken vermag. Léon Vidal hebt in seinem Werke „Traité pratique de Photochromie“ die praktische Bedeutung dieser Spielereien hervor nnd empfiehlt mit Recht das Chromoskop allen Künstlern und Industriellen, die mit Farben zu tun haben, den Malern, Druckern, Dekorateuren, Papier- und Stofffärbern, Tapetenfabrikanten usw., denen das Chromoskop die Auffindung neuer harmonischer Farbenzusammenstellungen und Muster erleichtern soll.

Für den Dreifarbenphotographen ist das Chromoskop geradezu unentbehrlich, da es ihn in den Stand setzt, die Brauchbarkeit seiner Negative bzw. Diapositive zu beurteilen, bevor er sich der Mühe des Kopierens unterzieht.

Versuchen wir zum Schluss, den heutigen Stand der Farbenphotographie vom praktischen Gesichtspunkte des Photographierenden darzulegen, so ergibt sich etwa folgendes:

Für die Herstellung von Papierbildern kommen in Betracht die abziehbaren Folien der N. P. G. und die Pinatypie.

Diapositive sind im allgemeinen leichter herzustellen, entweder nach der Methode von Sanger-Shepherd oder mittelst der Pinatypie.

Für zweifarbige Bilder dient das Verfahren von Gurtner.

Am einfachsten herzustellen sind Chromoskopbilder. Die Wiedergabe der Farben ist besser als beim Dreifarbendruck, das Gelingen sicherer als bei den anderen Methoden. Die Herstellung der Bilder beansprucht wenig Zeit und erfordert weder besondere Farblösungen und Chemikalien noch das Erlernen neuer Operationsmethoden.

Wie wenige kennen das Chromoskop und wie leicht ist dieser Apparat zu beschaffen! Der Chromoskop-Photograph hat nicht mit den Schwierigkeiten zu kämpfen und erlebt nicht die Enttäuschungen, von denen der Dreifarbenphotograph zu erzählen weiss. In der Tat ist zurzeit die Chromoskopphotographie die empfehlenswerteste Methode für diejenigen, die die Dreifarbenphotographie aus Liebhaberei betreiben wollen, ohne diesem Sport zu viel Zeit opfern zu können.

Wenn auch seit dem Erscheinen der ersten Auflage dieses Buches ganz bedeutende Fortschritte auf dem Gebiete der Dreifarbenphotographie gemacht sind, — auch die neuen Methoden sind für den Durchschnittsamateur, der nur an das Verarbeiten von Celloidinpapier gewöhnt ist, und für die grosse Mehrzahl der Fachphotographen immer noch zu umständlich, und so wird die Dreifarbenphotographie, obgleich sie sich unzweifelhaft einer viel grösseren Verbreitung als früher erfreut, auch in Zukunft nur eine verhältnismässig kleine Schar von Jüngern zählen.

Alphabetisches Register.

Druck von Gebr. Unger in Berlin, Bernburger Str. 30.




TR510
K6
König
167438

